

14 OCT. 1999



Rapport de mission au Mozambique

Projet Lomaco-Montepuez "Améliorer la rentabilité et la durabilité en culture cotonnière".

du 2 au 13 mai 1999



Nom : **José Martin**

Fonction : Agronome

Département : CIRAD-CA

* 00000082 *



CD - RPJ0 #54
DK 6431

Rapport de mission au Mozambique

Projet Lomaco-Montepuez "Améliorer la rentabilité et la durabilité en culture cotonnière".

du 2 au 13 mai 1999

Nom : **José Martin**

Fonction : Agronome

Département : CIRAD-CA

SOMMAIRE

<i>Résumé</i>	2
<i>Introduction</i>	4
Remerciements	4
Cadre de la mission et termes de référence	4
Déroulement de la mission	5
<i>Notes de terrain</i>	8
Les ressources naturelles	8
Déroulement de la campagne - pluviosité	9
L'état des cotonniers début mai	9
<i>Les pratiques paysannes</i>	11
Résidus, préparations et semis	11
Désherbage et herbicides	12
Fertilisation minérale	13
Les problèmes de fertilité	15
Le coton en cultures associés	17
La récolte du coton	18
<i>Propositions pour la Recherche-Développement</i>	19
Cadre général : amélioration de la productivité et durabilité	19
Essais herbicides	21
Essais fertilisation	23
Essais régulateurs de croissance	24
Essai de semis direct de coton sur mulch de céréales	26
Propositions complémentaires au Secteur Familial et au Service Formation	26
Proposition complémentaire concernant la production en régie	27
<i>Annexe 1: La production cotonnière et les intrants agricoles du Projet Lomaco-Montepuez</i>	29
<i>Annexe 2 : Les problèmes de fertilité des sols</i>	30
La mise en culture, première cause de la dégradation de la fertilité	30
Des indicateurs de dégradation de la fertilité	30



Résumé

Depuis la reprise des activités cotonnières au début des années 1990 dans la zone de la Lomaco-Montepuez, l'adhésion des paysans à la production cotonnière est manifeste. Le nombre des producteurs de coton croît régulièrement en dépassant les prévisions initiales. La production augmente avec un rendement moyen qui, bien que le plus élevé du pays en culture pluviale reste bas, en dépit d'un bon niveau de fertilité des sols. La consolidation de la production cotonnière dans la zone concernée dépend de plusieurs facteurs, dont le facteur d'augmentation de la productivité et de la rentabilité n'est pas le moindre. Cette mission financée par l'AFD dans le cadre du Projet Lomaco-Montepuez a pour objectif de proposer au Service de Recherche Appliquée, à partir d'une analyse des pratiques paysannes, un programme d'expérimentation de recherche-développement visant à améliorer la rentabilité et la durabilité en culture cotonnière.

Des données concernant le contexte et l'évolution de la production cotonnière sont présentées. Les principales évolutions intervenues au cours des deux dernières années sur les plans technique et organisationnel sont signalées. Le renouvellement du parc de pulvérisateurs insecticides avec l'introduction de la technique du TBV (applications à très bas volume 10 l/ha) a permis de diviser par plus de trois le coût moyen d'un traitement insecticide et de lancer la vulgarisation des herbicides. L'apparition des associations de producteurs est la grande nouveauté sur le plan organisationnel. Les associations, grâce à une organisation efficace pour l'utilisation des intrants, obtiennent des rendements en coton-graine bien supérieurs à la moyenne générale Lomaco-Montepuez. Les agriculteurs y sont réceptifs, réactifs et demandeurs d'innovations. La forte dynamique de développement des associations de producteurs est un atout considérable en vue de faire progresser l'agriculture du Nord-Mozambique vers des systèmes de production plus rentables et plus durables. Les réalisations du Projet dépassent largement les objectifs initiaux pour ce qui est du nombre de planteurs et de la production. Ce n'est pas encore le cas des rendements, mais une amélioration sensible est prévisible à moyen terme avec l'accroissement du nombre d'associations de producteurs.

Après quelques commentaires sur la gestion des ressources naturelles et leur incidence sur la durabilité des systèmes de production, ainsi que sur la pluviosité et le déroulement de la campagne, une description de l'état des cotonniers début mai est présentée. Le fait le plus saillant est l'extrême diversité des champs de cotonniers. Les bornes du domaine de variation sont représentées d'une part par des cotonniers exubérants et d'autre part par des cotonniers anéantis (semis tardifs, mal entretenus, souvent reconvertis en cultures associées coton-niébé au moment du sarclage). Les champs les plus productifs ne correspondent pas aux cotonniers exubérants. De nombreux champs semblent avoir subi des sarclages et démariages tardifs pénalisant leur potentiel de croissance et production ultérieure. Un autre fait saillant est l'importance et la variété du parasitisme en fin de campagne, qui pénalise la production en quantité et qualité.

Une description et une analyse des pratiques paysannes concernant la gestion des résidus de culture, la préparation des champs pour les semis, le désherbage et les herbicides, la fertilisation et les problèmes de baisse de fertilité des terres, le coton en cultures associées, et notamment le coton-niébé, ainsi que la récolte du coton sont présentées. L'importante disponibilité en terres et la vigueur des jachères garantissent actuellement aux petits paysans la durabilité de leurs systèmes de production. Cependant, il est prévisible qu'à la faveur de l'augmentation de la pression démographique, la pression sur les ressources naturelles va s'accroître, diminuant leur taux de renouvellement et donc la durabilité des systèmes de production. Les paysans semblent avoir une nette perception des problèmes de perte de fertilité suite à la dégradation des sols causée par l'agriculture : " après quelques années de culture, les sols durcissent et sèchent ". Cette expression traduit clairement la détérioration des états de surface et du profil cultural, qui résulte de deux types de processus majeurs : d'une part, le ruissellement et l'érosion, d'autre part la désaturation du complexe d'échange et l'acidification.

Dans le contexte actuel, il est reconnu que l'amélioration de la productivité passe d'abord par celle de la protection. Protection contre les jassides, qui réduisent le potentiel de production, et contre les chenilles,

qui réduisent la production, et enfin contre les punaises et les piqueurs-suceurs producteurs de miellats, qui réduisent la qualité de la production de fibre et de graines. A son tour, l'amélioration de la protection passe d'abord par des semis précoces et des récoltes précoces : cette stratégie d'esquive (ou d'échappement) permet de réduire l'exposition du cotonnier ou du coton-graine aux causes des dégâts. L'échappement au parasitisme terminal et au stress hydrique terminal (les années à saison de pluies courtes) vont d'ailleurs de pair.

Les herbicides peuvent jouer un rôle important, voire décisif, pour réduire les problèmes d'installation de la culture (enherbement et jassides). La vulgarisation d'herbicides de différents types a débuté avec succès en 98-99 et une diversification des modalités de désherbage est possible. Des propositions sont faites pour réduire les coûts du désherbage chimique. Un dispositif expérimental comprenant une phase d'essais d'efficacité simplifiés et une phase de tests en milieu paysan est proposé pour d'une part, analyser dans les conditions du Nord-Mozambique (flore à dominante de poacées) les contributions spécifiques des molécules composant les associations vulgarisées et d'autre part, évaluer les performances de doses réduites et de molécules banalisées susceptibles de compléter la gamme de produits vulgarisables. L'appui d'un spécialiste du Cirad serait souhaitable pour débiter cette activité.

Les tentatives de vulgarisation de la fertilisation minérale à base d'engrais NPK ont été infructueuses. Pour fournir des références sur la rentabilité de la fumure directement utilisables par le Développement, il est proposé de mettre en place un réseau d'essais fumure en milieu paysan, en ciblant les zones susceptibles de répondre nettement à la fertilisation (sols sableux dans les zones les plus peuplées). Il est donc proposé de tester 3 doses faibles (de 0 à 100 kg/ha de NPK) à apporter après le sarco-démariage, selon le dispositif des essais variétaux en milieu paysan (2 répétitions) et de coupler ce réseau d'essais fumure à une enquête légère sur le sol et l'histoire des parcelles d'essais. La réponse à la préoccupation durabilité passe par la mise en place d'un essai pérenne, auquel les terrains du centre de formation de Mapululo se prêteraient bien. Cet essai impliquerait des cultures assolées en rotation (coton et sorgho), des résidus de récolte à gérer (brûlis et mulch de résidus), et 3 niveaux de fertilisation, sur coton seulement. Enfin, le problème des formules d'engrais est brièvement discuté.

Les régulateurs de croissance de type anti-gibbérélines augmentent la précocité de la production en privilégiant la croissance des organes reproducteurs au détriment du développement végétatif. Couplée avec des densités de peuplement élevées et une variété adaptée, leur utilisation est susceptible d'augmenter notablement la précocité et la qualité de la production, voire même son volume, sous réserve que la croissance initiale soit vigoureuse. Deux essais sont proposés pour évaluer les potentialités du Pix (mépiquat chlorure, 50 g/l) au Nord-Mozambique, un essai Pix-exubérance et un essai complexe Pix-précocité-productivité.

Au Nord-Mozambique, les résidus de récolte sont abondants et pourraient, potentiellement, être restitués sous forme de mulch pour protéger la surface du sol. En agriculture manuelle, la mise en place de systèmes de culture en semis direct sous couverture végétale (SDSCV) se heurte à un premier obstacle : comment semer dans le mulch ? Il est proposé d'introduire des cannes planteuses brésiliennes et de les tester méthodiquement sur différentes surfaces et avec différents types de graine avant de les mettre en œuvre dans des essais systèmes de culture. Un voyage d'études pour des cadres de la Lomaco auprès d'équipes spécialisées sur le SDSCV (Brésil et Madagascar) serait souhaitable.

Des propositions complémentaires concernent les doses de semences (à réduire), les récoltes du coton (à avancer) et les parcelles de démonstration (à valoriser davantage grâce à la méthode de la bande témoin) sont formulées à l'attention Secteur Familial. En outre, dans le cadre du maintien au sein de la Lomaco-Montepuez d'une activité production directe modeste mais stratégique (production de semences de coton), il est proposé de tirer partie des points forts du système de culture actuel pour passer à un système de culture de coton sur couverture végétale. Cela préfigurerait ce qui pourrait être fait en milieu paysan et constituerait une excellente vitrine pour le projet Lomaco-Montepuez, illustrant concrètement son action en faveur d'une agriculture durable.

Introduction

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes rencontrées de la *Lomaco (Companhia Agro-Industrial Lonrho Moçambique Lda.)* pour leur accueil amical et chaleureux, pour l'intérêt montré à cette mission ainsi que pour les facilités mises à ma disposition. Mes remerciements s'adressent en particulier :

A Carlos Henriques, directeur général, qui s'est ingénié avec bienveillance à me recevoir à l'arrivée et au départ malgré un emploi du temps particulièrement chargé,

aux collègues du Service de Recherche Appliqué, Henri Reneaud et Carlos Tomas, qui ont enchaîné cette mission avec celle de Ch. Gaborel et D. Dessauw,

à Rafael Correia, responsable du Secteur Familial, pour le long et intéressant entretien que nous avons eu alors qu'il était en congé,

à Moisés Raposo, responsable du Service Formation et à Pedro Cuihane, adjoint au responsable du Secteur Familial qui nous ont accompagnés pour certaines visites, organisant même l'une d'elles,

sans oublier Cleida, représentante de Lomaco à Pemba, pour sa bienveillance.

Mes remerciements vont aussi aux agriculteurs des deux associations de Mararange, qui nous ont consacré une matinée malgré leurs occupations en cette période de récoltes.

Cadre de la mission et termes de référence

Cette mission est financée par l'AFD (Agence Française pour le Développement) dans le cadre du projet Lomaco-Montepuez. Ses termes de référence sont les suivants :

Depuis la reprise des activités cotonnières au début des années 1990 dans la zone de la Lomaco-Montepuez, l'adhésion des paysans à la production cotonnière est manifeste. Le nombre des producteurs de coton croît régulièrement en dépassant les prévisions initiales. La production augmente avec un rendement moyen qui reste le plus élevé du pays en culture pluviale. En dépit d'un bon niveau de fertilité des sols, le niveau de rendement atteint reste bas dans le secteur familial.

La consolidation de la production cotonnière dans la zone concernée dépend de plusieurs facteurs, dont le facteur d'augmentation de la productivité n'est pas le moindre. La mission demandée vise à identifier les voies possibles pour franchir une nouvelle étape de productivité à partir de nouvelles techniques culturales adaptées aux contraintes paysannes.

L'expert devra procéder à une analyse des pratiques actuelles des agriculteurs pour identifier les voies possibles de nouveaux progrès. Les propositions de techniques nouvelles doivent donc tenir compte de l'état de faible capacité d'investissement et de non équipement des paysans ainsi que de la faiblesse relative en main d'oeuvre familiale. Les propositions doivent aussi être compatibles avec les risques climatiques d'une agriculture strictement pluviale. Dans la perspective de mettre au point des techniques nouvelles sécurisées vis-à-vis des aléas climatiques et destinées à améliorer l'efficacité économique des intrants utilisés, la mission devra proposer un programme d'expérimentation de recherche-développement. Ce programme devra être compatible avec les conditions rencontrées et les moyens disponibles.

Il s'agit essentiellement d'une mission d'appui au Service Recherche Appliquée (SRA) de la Lomaco-Montepuez dans le domaine de la phytotechnie et de l'agronomie du cotonnier (intégration des techniques culturales, systèmes de culture et durabilité). Elle fait suite aux deux premières missions d'appui à caractère technique de Michel Crétenet (mars 1997 et février 1998), et à deux missions récentes à caractère plus général de Michel Fok (février 1999) et Christian Gaborel (fin avril – début mai 1999).

Déroulement de la mission

Les discussions et les visites de terrain ont été faites en compagnie des collègues du Service Recherche Appliquée H. Reneaud et C. Tomas.

Dimanche 2 mai

Dakar - Abidjan (RK 772) ; escale imprévue, suite à un problème technique de l'avion ;

Lundi 3 mai

Abidjan - Johannesburg (RK 770)

Mardi 4 mai

Johannesburg - Maputo (TM 300)

Entretien avec M. C. Henriques, D.G. Lomaco

Mercredi 5 mai

Maputo - Pemba (vol TM)

Accueil par H. Reneaud (départ de C. Gaborel et D. Dessauw par le vol de retour).

Pemba - Montepuez, par route

Jeudi 6 mai

Discussions techniques

Visite de terrain (Zambia, axe est, direction Nanjua)

Vendredi 7 mai

Visites de terrain (axe sud, areas de Machoca et de Namuno) en compagnie de Pedro Cuihane, adjoint au chef du service Sector Familiar

Samedi 8 mai

Visites de terrain (régie : multiplications de NRopa, et paysannat : area de Montepuez)

Rédaction de notes de terrain

Dimanche 9 mai

Documentation et rédaction de notes de terrain

Lundi 10 mai

Visites de terrain (axe ouest, areas de Namara)

Entretiens avec Rafael Correia et Pedro Cuihane, responsables du Secteur Familiar

Mardi 11 mai

Visites de terrain (axe nord, multiplications en régie et area de Montepuez)

Discussions techniques avec H. Reneaud et C. Tomas

Mercredi 12 mai

Remise du rapport préliminaire

Montepuez - Pemba (par route)

Pemba - Maputo (par avion, vol TM)

Restitution - Dîner avec C. Henriques

Jeudi 13 mai

Maputo - Johannesburg (TM 301) et Johannesburg - Dakar (RK 741)



Contexte et évolution de la production cotonnière

La production repose pour l'essentiel sur les petits planteurs (secteur familial), car la production en régie continue à décroître. Au sein du secteur familial, la part de la production provenant des Pupi ou des "privados" est faible et continue à décroître, les Pupi étant appelés à disparaître.

Les surfaces emblavées en coton et le nombre de planteurs marquent un ralentissement dans leur progression, qui jusqu'à présent avait été spectaculaire. En effet, ces variables avaient pratiquement triplé en deux campagnes, s'établissant à 39.000 ha pour 62.000 planteurs en 97-98. La campagne en cours enregistre un accroissement plus modeste, de 3.000 ha, contre 6.000 prévu par Lomaco. La surface moyenne par planteur se maintient aux environs de 0,65 hectare.

Pour faire face à l'augmentation du nombre de planteurs, le Secteur Familial a régulièrement augmenté le nombre d'encadreurs de base et a procédé à un redécoupage de sa zone d'intervention. Ainsi, en 97/98 le nombre de secteurs (areas) a été porté de 7 à 10 et celui des zones de 22 à 28. Malgré ce renforcement des effectifs, la densité de l'encadrement a été divisée par deux et s'établit en 98/99 à plus de 450 de paysans par encadreur. Au niveau de chaque village, les chefs de production relayent les encadreurs et fournissent des facilités pour le stockage des intrants et des appareils. Ces chefs de production, qui sont souvent les chefs de village, ne sont pas des salariés de la Lomaco. Ils reçoivent une indemnité, dont le montant est proportionné aux surfaces semées et traitées, et à la production.

Le ralentissement de la progression du nombre de planteurs en 98/99 peut être relié à l'évolution du prix d'achat au producteur de coton-graine, en décroissance continue depuis 3 ans. De 3900 Mts en 95-96, le prix du kg de coton-graine a chuté de 950 Mts en deux ans, et concédera encore 950 Mts pour l'actuelle campagne si le prix national indicatif plancher annoncé en début de campagne, soit 2000 Mts, n'est pas réévalué. Début mai 99, le prix définitif n'était pas encore connu.

Les rendements, de l'ordre de 600 kg/ha en 95/96 et 96/97, faibles dans l'absolu, étaient les meilleurs du pays en culture pluviale. Depuis deux ans, ils sont en baisse : baisse modérée en 97/98 et baisse présumée forte en 98/99, d'après les prévisions du Secteur Familial. Ces rendements très faibles seraient le fait des nouveaux planteurs de coton, peu expérimentés, confrontés aux difficultés de mise en place de la culture avec des semis tardifs.

Plusieurs évolutions marquantes intervenues dans les deux dernières années sur les plans technique et organisationnel sont à signaler.

En deux années, tout le parc de pulvérisateurs insecticides a été renouvelé, pour introduire la technique du TBV (applications à très bas volume 10 l/ha) en remplacement de l'UBV (ultra bas volume). Cela a permis d'accéder aux insecticides formulés en EC (concentré émulsionnable) et de diviser par plus de 3 le coût moyen d'un traitement insecticide. Le nombre moyen de traitements insecticides est ainsi passé de 2.5 à 3.5, malgré un taux d'équipement encore un peu faible, de l'ordre de 1 appareil pour 14 hectares (objectif à court terme : 1 appareil pour 12 ha).

L'introduction du TBV a également permis le lancement des herbicides. En effet, moyennant un supplément d'équipements conçus par le fabricant, le même appareil permet de réaliser des applications d'herbicides. Ainsi, un tiers du parc de pulvérisateurs est mixte insecticide-herbicide. Après une campagne de démonstrations en 97/98, plus de 2000 ha de coton ont été herbicidés en 98/99 selon différentes modalités.

Outre l'introduction du TBV et des herbicides sur le plan des innovations techniques, l'apparition des associations de producteurs est la grande nouveauté sur le plan organisationnel. Des 19 associations constituées en 97/98, 17 ont survécu, et 22 nouvelles associations créées en 98/99 ont porté leur total à 39. Elles rassemblent près de 1600 agriculteurs qui cultivent près de 2400 ha de coton, dont la production

pourrait excéder 2100 tonnes, sous réserves que les estimations se concrétisent. Les cultivateurs de coton des associations présentent des ratios bien supérieurs à la moyenne : 1.5 ha / planteur (contre 0.65) à 900 kg/ha contre 530 en 97/98 (ou 350 en 98/99, toujours selon les prévisions).

Le mouvement associatif est encadré par le Service Formation de la Lomaco qui en 98/99 a créé 7 postes d'assistants à cet effet. La vocation première des associations est la commercialisation groupée du coton-graine qui dégage une ristourne importante (10 % en 97/98) qui permet de financer des réalisations concrètes (des boulangeries gérées par de petits groupes de femmes par exemple). Cependant, le principal intérêt que semblent y trouver les adhérents est la gestion groupée des intrants agricoles. La livraison de la totalité de la commande en début de campagne place les producteurs à l'abri des vicissitudes des livraisons individuelles et partielles, et donc souvent incomplètes et/ou tardives, notamment pour les insecticides, les appareils ou les piles. Le bon déroulement de la campagne de traitements insecticides est alors du ressort exclusif de l'association : calendrier de traitements et répartition des appareils et des produits.

Les associations sont créées autour d'un noyau de paysans volontaires ayant une bonne expérience de la culture cotonnière. Nombre d'entre eux sont d'anciens travailleurs des périmètres en régie, bien au fait de techniques diverses, telles que les applications d'herbicides par exemple. Ils sont l'élite des producteurs de coton, et présentent un important potentiel de progrès. L'émergence et la consolidation d'associations dynamiques devrait permettre à moyen terme l'introduction d'innovations majeures telles que la Lutte Étagée Ciblée (LEC) ou l'utilisation de régulateurs de croissance. D'après le Service Formation, à moyen terme (7 ans), l'ensemble des producteurs devraient être organisés en associations.

Un autre aspect organisationnel, mineur par rapport au précédent, mais d'importance non négligeable, est l'ouverture de nouveaux blocs de coton sur défriche. Les agriculteurs s'entendent pour regrouper leur nouvelles parcelles en un seul bloc, ce qui par la suite leur permet de s'organiser pour la programmation et la réalisation des traitements insecticides. Sur ces blocs, le coton se succède souvent à lui-même, même si d'après les statistiques, cette pratique serait en baisse (15 % en 97/98, contre environ 50 % en début de la décennie). Ce sont les cultures de céréales (quasi) en pur, sorgho photopériodique à cycle long ou maïs à cycle plus court, qui y “ cassent la monoculture cotonnière ”. Ces blocs s'ajoutent aux vivriers traditionnellement cultivés en cultures associées.

Après avoir souligné ces évolutions rapides et très largement positives, il convient de signaler quelques cas de situations figées ou négatives. Les doses de semences à l'hectare demeurent très élevées, de l'ordre de 40 kg/ha, alors que les densités de semis sont faibles (souvent moins de 30.000 poquets par hectare). Les surfaces fertilisées sont très faibles, et ne semblent pas devoir augmenter en 99/00, malgré des efforts de vulgarisation comparables à ceux déployés pour les herbicides, et des disponibilités dans les magasins de secteurs.

Enfin, les très bonnes performances des associations font que les rendements à l'hectare du restant des producteurs sont inférieurs à la moyenne : de l'ordre de 320 kg/ha, si l'on s'en tient aux prévisions initiales de 350 kg/ha pour la moyenne générale et 900 kg/ha pour les associations¹. Considérons la marge après remboursement des intrants (MARI) de deux producteurs moyens, l'un individuel et l'autre membre d'une association. Les niveaux de prix sont ceux de 98/99, en supposant que le prix du coton-graine soit maintenu au prix plancher annoncé en début de campagne, ce qui représente donc une hypothèse basse.

¹ Ces prévisions ne sont-elles pas quelque peu excessives en sens opposé, les premières pêchant par pessimisme et les secondes par optimisme ?

Le petit producteur effectue 3 traitements insecticides : il lui suffit de 90 kg de coton-graine pour les rembourser. Les 230 kg de coton-graine restant doivent rémunérer le travail fourni pour la préparation du champ, l'entretien de la culture et la récolte, soit 460.000 Mts (environ 26.000 Fcfa). Cette marge est faible, mais certains producteurs s'en accommoderont faute de mieux, d'autres la jugeant insuffisamment attractive.

Supposons que le producteur de l'association ait effectué une application d'herbicide de prélevée et 5 traitements insecticides. Il lui faut $170 + 150 = 320$ kg de coton pour honorer sa redevance. Il lui reste néanmoins 580 kg de coton-graine, soit 2,5 fois plus que pour le petit producteur (1.160.000mts). Cependant, il est possible que cet avantage soit rogné par la rémunération d'un complément de main d'œuvre extérieure.

Au total, les réalisations du Projet dépassent largement les objectifs initiaux pour ce qui est du nombre de planteurs et de la production. Ce n'est pas le cas des rendements, mais une amélioration sensible est prévisible à moyen terme avec l'accroissement du nombre d'associations de producteurs.

Notes de terrain

Les ressources naturelles

Les caractéristiques dominantes du paysage sont l'abondance, la densité et la vigueur de la savane, l'occupation des terres étant encore faible. La savane naturelle (ou les très vieilles jachères) est une forêt décidue relativement dense, qui comprend des essences à grand développement². Dans les jachères, le recru forestier et la strate herbacée, composée de graminées vivaces à cycle long et fort développement végétatif (genres *Hypparenia* et *Andropogon*³), sont denses et vigoureux. Les bosquets de bambou sont nombreux.

Cette végétation rappelle celle des zones périforestières d'Afrique de l'Ouest (zone soudano-guinéenne ou sub-guinéenne). Au regard de la longueur la saison sèche (de 7 à 8 mois) et de la pluviosité somme toute modérée (900-1000 mm), cela peut surprendre. L'explication réside dans la demande évaporative, qui reste modérée pendant la saison sèche. Contrairement aux savanes soudano-sahéliennes soumises en saison sèche à une forte influence continentale marquée par les brumes sèches, les savanes du nord du Mozambique restent en saison sèche sous l'influence maritime, et le déficit de saturation de vapeur de l'atmosphère n'est jamais très important. Au total, le cumul de la demande climatique, c'est à dire de l'évapotranspiration potentielle (ETP) reste modéré, et le bilan hydrique est favorable au développement de la végétation.

La pratique des feux de brousse est généralisée. Elle est le fait des villageois, pour la chasse au petit gibier, et parfois des forestiers. Cependant, au vu de la végétation, il semblerait que l'agressivité des feux reste modérée, sans incidence notable sur le potentiel de régénération de la végétation, probablement en liaison avec l'absence de niveaux de sécheresse extrêmes de l'air et des végétaux. Quant au maintien de la fertilité des sols, il est essentiellement assuré par le recyclage permanent des biomasses racinaires, abondantes dans ce type de formation végétale à dominante de ligneux et de graminées vivaces. En outre, la repousse des herbacées et des ligneux après les feux n'est pas limitée par le surpâturage, en raison de l'absence quasi-totale de troupeaux.⁴

² Celles-ci ont donné lieu, depuis quelques temps, à une reprise de certaines formes d'exploitation forestière, semble-t-il assez incontrôlée et désorganisée.

³ Graminées cespitueuses, dont les souches résistent aux feux courants.

⁴ Les quelques troupeaux existant appartiennent à des privados et sont sédentaires. Il n'y a pas de troupeaux transhumants ou nomades. Ceux-ci disséminent de proche en proche des graines d'épineux des zones sèches vers les zones plus humides.



L'importante disponibilité en terres et la vigueur des jachères garantissent actuellement aux petits paysans la durabilité de leurs systèmes de production. Ceux-ci reposent pour l'essentiel sur l'exploitation des ressources naturelles : productions agricoles, bois, paille, bambous, produits de cueillette et gibier. La pression exercée sur ces ressources naturelles étant encore modérée, leur renouvellement ne semble pas compromis. Cependant, il est prévisible qu'à la faveur de l'augmentation de la pression démographique et du taux d'occupation des sols, la pression sur les ressources naturelles va s'accroître, diminuant sensiblement leur taux de renouvellement et par là même la durabilité des systèmes de production.

Déroulement de la campagne - pluviosité

L'installation tardive des pluies présageait mal de l'hivernage et beaucoup redoutaient un déficit pluviométrique. En fait, les pluies ont été abondantes et régulières à partir de janvier et se sont maintenues tardivement, jusqu'à fin avril (voire début mai), au lieu de fin mars habituellement. Les pluies tardives ont compensé ou sur-compensé en durée et en volume le déficit de décembre. En définitive, l'hivernage 98/99 se caractérise par un décalage d'environ un mois du début et de la fin des pluies par rapport aux conditions habituelles et par des cumuls pluviométriques généralement supérieurs aux moyennes interannuelles. A titre de comparaison, l'hivernage de 97/98 représentait une situation plus "normale", avec un démarrage à la 1^{ère} décade de décembre, un arrêt des pluies en mars (de début à fin, selon les zones), un ciel couvert en avril, puis ensoleillé à partir de mai ; avec un cumul moyen d'environ 800 mm, variant entre 550 à Namuno et maxi 1000 à Balama.

Les pluies ont parfois été excédentaires, et dans certaines situations où le drainage interne et/ou externe des sols était insuffisant, elles ont provoqué à partir de fin mars des stress plus ou moins sévères et parfois répétitifs par engorgement et asphyxie racinaire (water-logging). Quelques situations typiques ont été observées : dépressions de quelque mètres de diamètre, avec cotonniers plus petits, à feuillage moins abondant et plus coloré, sol plus enherbé. Cependant, d'après le personnel d'encadrement, des problèmes de stagnation d'eau sur des surfaces relativement importantes auraient été fréquents dans les areas de Machoca et Namara. Dans ces conditions, leur incidence sur la production, difficile à quantifier, semble néanmoins certaine⁵.

L'état des cotonniers début mai

Le fait le plus saillant est l'extrême diversité des champs de cotonniers. Les bornes du domaine de variation sont représentées d'une part par des cotonniers exubérants et d'autre part par des cotonniers anéantis. Les premiers, avec près de 2 mètres de hauteur et plus de 20 branches fructifères (soit près de 30 noeuds en tout, l'insertion de la première branche fructifère intervenant régulièrement sur le 5^{ème} noeud), bien verts, portent à la fois des fleurs au sommet (les dernières du premier cycle) et des capsules ouvertes à la base. Dans ces champs, récemment gagnés sur la brousse, la terre est noire et souple. Les derniers sont des champs à petits cotonniers miséreux où la production de coton-graine sera nulle ou très faible ; il s'agit de semis tardifs, sur sols moins riches, mal entretenus, souvent reconvertis en cultures associées coton-niébé au moment du sarclage.

Les semis se sont étalés sur plus de 2 mois, de fin novembre à début février. Les statistiques sur les levées donnent les proportions suivantes : 30 % des surfaces levées en décembre, 65 % en janvier et 5 % en

⁵ Le cas extrême, très spectaculaire mais sans conséquence économique, correspond à la situation suivante, tout à fait anormale, observée dans le secteur de Machoca : cotonniers noirs, capsules ouvertes, complètement dépourvus de feuilles pour la moitié d'entre eux, et porteurs d'un petit bouquet terminal vert pour l'autre moitié. Le noircissement et l'absence totale de feuilles à l'extrémité des branches traduisent le dépérissement quasi-total du cotonnier ; sur ce semis précoce ayant bénéficié de 5 traitements insecticides, la production n'a pas été pénalisée car la plupart des capsules de base et médianes avaient dû arriver à maturité physiologique, comme en témoigne leur bonne ouverture. Le bouquet terminal vert correspond à la reprise de la croissance sur les cotonniers n'ayant pas complètement dépéri, au retour des conditions d'oxygénation suffisante des racines.

février (1ère quinzaine). Les levées de décembre, qui correspondent en grande partie à des semis à sec, furent souvent mauvaises, et il fallut procéder à des resemis, partiels ou totaux, qui nécessitèrent la distribution de suppléments de semences.

Début mai, l'alimentation hydrique des cotonniers encore verts était bonne. Seuls quelques rares champs présentaient des symptômes de flétrissement temporaire aux heures chaudes de la journée.

Les champs les plus productifs ne correspondent pas aux cotonniers exubérants. En effet, la forte croissance en hauteur de ces derniers correspond aussi à une forte croissance latérale (taille et nombre des branches accrues) et à des feuilles de grande dimension, ce qui conduit à des couverts très denses à partir du 3ème mois. L'auto-ombrage nuit à l'alimentation des premières capsules et à la pénétration des insecticides. Très souvent, les deux premières branches fructifères ont complètement dépéri (moignons noircis) ; les capsules des 3 à 4 branches suivantes sont petites et de très mauvaise qualité : mal ouvertes, pourries ou attaquées. De tels champs correspondent à ces cycles très longs qui nécessitent des programmes de protection prolongés (8 traitements dans certains essais du SRA).

Les champs les plus productifs correspondent à des cotonniers de taille moyenne, semés et levés précocement, pratiquement ouverts à 100 %, portant plus ou moins de repousses de 2ème cycle et des branches fructifères visiblement bien garnies en capsules. Cependant, les situations les plus fréquentes pour les cotonniers de taille modérée sont caractérisées par la faillite visible de certains étages fructifères. Il semble bien que les déficits en capsules clairement observables dans les cotonniers soient liés à des déficiences dans le programme de protection. En effet, d'après les témoignages recueillis, le programme de protection s'avère très long et difficile à réaliser intégralement. Même si certains paysans vont au delà des recommandations et réalisent 6 à 7 traitements, pour beaucoup d'entre eux le programme est tronqué à un moment ou un autre, d'où les déficits en capsules de base ou de tête, les deux cas étant fréquents

De nombreux champs semblent avoir subi des sarclages et démariages tardifs pénalisant leur potentiel de croissance et production ultérieure. En fin de cycle, les signes témoignant que les cotonniers ont subi une concurrence précoce et sévère sont les suivants :

- cotonniers dégarnis à la base, avec pas ou peu de branches végétatives faiblement développées, et tige principale de faible diamètre,
- hauteur d'insertion de la première branche fructifère anormalement élevée⁶.

Quelques champs présentant des cotonniers miséreux avec de nombreuses feuilles rouge vif ont été vus. Il s'agit de semis tardifs où la concurrence précoce a persisté, avec accroissement concomitant de la pression des ravageurs, voire de maladies. Certains agriculteurs confrontés à cette situation, préfèrent semer du niébé après le sarclage de leur coton, le niébé prenant alors largement le dessus sur les cotonniers rélictuels.

Un autre fait saillant est l'importance et la variété du parasitisme en fin de campagne, notamment des chenilles telles que *Diparopsis castanea*, *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera littoralis* et *Earias sp.* En revanche, aucun ver rose (*Pectinophora gossypiella*) n'a été rencontré. Les jassides sont encore fréquentes, et les dégâts ont été localement importants. Les piqueurs suceurs sont presque partout présents mais à des niveaux encore faibles à modérés, sauf exception (un seul site avec des feuilles brillantes de miellats) ; en revanche, les souillures du coton-graine par la fumagine sont fréquentes, certainement en raison de la forte humidité ambiante qui favorise le développement des champignons sur les gouttelette de miellat. Les *Dysdercus* sont omniprésents et abondants. Des cochenilles blanches ont été plusieurs fois rencontrées.

⁶ Le rang d'insertion de la première branche fructifère (R1BF), compté à partir du noeud cotylédonnaire (rang 0), peut également augmenter en conditions de forte concurrence précoce. Cependant, tous les sondages effectués au cours de la présente mission ont abouti à un résultat invariant, quelles que soient les conditions de sites et de variétés : R1BF = 5.

Dans ce contexte de fort parasitisme, il paraît clair que la protection doit s'appuyer sur des stratégies d'esquive pour échapper autant que faire se peut au parasitisme initial (les jassides) et terminal (les chenilles), en minimisant l'exposition des capsules aux ravageurs (ouvertures groupées) et en maximisant l'efficacité et la rentabilité des traitements insecticides. L'échappement au parasitisme terminal et au stress hydrique terminal (les années à saison de pluies courtes) vont d'ailleurs de paire.

Les pratiques paysannes

Au moment de la mission, les agriculteurs étaient essentiellement occupés aux récoltes des vivriers. Les exposés ci-dessous sur les pratiques paysannes en matière de conduite de la culture cotonnière ou de gestion de la fertilité des terres ont été construits à partir d'entretiens avec des agriculteurs et des agents de la Lomaco. Les observations des états du terrain ou des cultures début mai ont permis à des degrés divers de corroborer certaines des informations recueillies.

Résidus, préparations et semis

Les semis sont toujours réalisés sur des parcelles bien débarrassées des résidus végétaux de l'année précédente, brousse ou cultures ("limpeza de machamba"). Les résidus sont brûlés en andains ou en tas en fin de saison sèche, vers septembre-octobre. En l'absence de bétail à nourrir, de pénurie de combustibles et de matériaux de construction, la pression sur les résidus de récolte est pratiquement nulle. Le brûlis des résidus obéit à plusieurs impératifs, dont le principal est de ne pas gêner lors des chantiers de semis.

Parmi les autres motifs, des raisons phytosanitaires : obligation légale de brûler les résidus de coton, en raison du ver rose, mais il y aurait aussi des problèmes liés à la présence de borers dans les tiges de céréales.

Il n'y a généralement pas de travail du sol : c'est le semis direct qui est pratiqué, sur sol nu ou sur sol plus ou moins enherbé, selon les dates de semis et la séquence des premières pluies. Le seul travail du sol est celui localisé au poquet, qui est d'assez grande dimension, en raison de la largeur de la houe. Même lorsque l'enherbement amène à faire un houage avant le semis (sarclage de pré-semis), le travail du sol est très superficiel car la lame de la houe ne fait que racler le sol.

Les cultures pures sont semées en ligne, au cordeau. Les poquets sont ouverts à la houe (souvent par un homme), et les graines jetées et enfouies par une deuxième personne (souvent une femme), le plus souvent pieds nus. La présence de résidus obligerait à les écarter avant de poqueter ou de refermer, ce qui en cassant le rythme de progression, ralentirait considérablement les opérations, sans compter les risques de blessures directs, ou indirects avec les animaux qui s'y abritent (serpents, araignées, scorpions,...).

L'ouverture de poquets à la machette ou au bâton n'est pas pratiquée. Les poquets ouverts à la houe sont assez grands, ce qui entraîne un intervalle relativement important entre deux poquets lorsque la terre est projetée sur la même ligne et que la progression est rapide (environ 40 à 50 cm). Cependant, en progressant moins vite, et/ou en projetant la terre sur le côté, il est tout à fait possible de réduire l'intervalle inter-poquet.

Sur défriche, l'interligne est d'environ 1 mètre sur coton, en liaison avec la vigueur de végétation attendue ; puis les années suivantes la largeur de l'interligne décroît quelque peu avec la réduction de la vigueur. Les interlignes restent néanmoins larges, et jamais inférieurs à 80 cm. La largeur de l'interligne est souvent mise à profit pour y semer du niébé en lignes intercalées (voir § associations coton-niébé).

Le nombre de graines par poquet est élevé (de 10 à 20). Cette pratique permise par la non rareté des semences, a pour effets de faciliter la levée dans les sols battants ou devenus battants et de sécuriser la



levée dans certains cas de sécheresse (mais l'effet inverse peut aussi avoir lieu, selon les *scenarii*). Cette pratique nécessite un démariage *ad hoc* pour éviter les effets de concurrence entre plants. Les resemis sont pratiqués selon les besoins. Ils ont été importants en 98/99.

Le semis à sec est une pratique préconisée depuis 2 ans par la Lomaco pour les mois de décembre secs. Les surfaces ainsi semées en 98/99 ont été importantes. La réussite de cette pratique dépend des premières pluies, l'humidité du sol devant être suffisante pour assurer la germination, puis la levée et enfin la survie des plantules jusqu'à l'installation de la saison des pluies. Le semis à sec augmente les probabilités d'installer une culture précoce et dense, mais n'annule pas les risques d'échec.

Désherbage et herbicides

Les pratiques en vigueur sont typiques des systèmes vivriers-coton en culture manuelle : priorité aux céréales et à l'arachide, puis au coton. Plus les semis sont tardifs, plus les cultures sont soumises à une contrainte enherbement importante difficile à maîtriser.

L'enherbement semble être dominé par des graminées (ou poacées). La flore observée en fin de cycle tend à le confirmer, même si on trouve parmi les graminées (dont *Digitaria sp.*) quelques dicotylédones telles que *Vernonia sp.* ou *Ageratum conyzoides* par exemple. On peut noter l'absence ou la rareté d'adventices envahissantes telles que *Tridax procumbens*, *Ipomea eriocarpa*, *Commelina benghalensis*, ou *Hiptis spicigera* par exemple), même si *Acanthospermum hispidum* est localement envahissante comme rudérale. De même, on note l'absence de plantes indicatrices de conditions d'aridité climatique ou de pauvreté du sol, telles que *Cenchrus biflorus*, *Mitracarpus villosus* ou *Spermacoce radiata*, par exemple. Cette dernière constatation semble cohérente avec ce qu'on peut observer sur le sorgho, qui est parasité par *Striga asiatica*, mais à des densités qui ne paraissent jamais très fortes eu égard à ce qu'on peut observer en Afrique centrale ou de l'ouest, d'autant que cette espèce est de petit format par rapport à *S. hermonthica*.

En fait, les problèmes d'enherbement semblent moins drastiques que dans beaucoup de zones cotonnières d'Afrique au nord de l'équateur. Parmi les raisons permettant d'expliquer cette situation, on peut citer la faible valeur du ratio nombre d'années de culture / nombre d'années de jachère, l'absence de bétail (vecteur de dissémination de certaines dicotylédones) et l'absence de labours superficiels (qui favorisent certaines adventices à feuilles larges).

Il n'en reste pas moins que l'enherbement apparaît comme une contrainte majeure à l'échelle du système de culture, car quasiment toutes les cultures de l'exploitation sont touchées en même temps et le problème devient difficile à gérer. Les cultures prioritaires comme le maïs ou l'arachide, et même le sorgho, étant très sensibles à la concurrence précoce, le coton est généralement sarclé - et démarié - en dernier. Ce premier sarclage du coton est alors très long et très pénible. Outre les effets négatifs dus à la concurrence précoce exercée par les adventices - et par les cotonniers entre eux au sein des poquets - vis à vis de l'eau, des minéraux et de la lumière, l'enherbement excessif accroît indirectement la pression certaines contraintes phytosanitaires, notamment les jassides⁷. La croissance des cotonniers s'en trouve d'autant plus réduite et le développement retardé que les semis sont tardifs et le sarclo-démariage différé. Des cas extrêmes certainement induits par ce genre de situations ont été observés au cours de la tournée : rendement en coton-graine nul ou quasi nul, parfois compensé par une production de niébé précoce.

⁷ Dans les champs très enherbés, la pression des maladies est généralement augmentée. C'est très sensible en particulier pour la bactériose, signalée comme anecdotique par Vaissayre dans la version provisoire de son rapport de mission d'avril 99. L'aggravation des problèmes d'enherbement constitue un facteur de développement de la maladie.

Les herbicides ont fait leur apparition en milieu paysan en 98/99 sur plus de 2000 ha, après une campagne de démonstrations. Les herbicides étaient déjà largement utilisés par la Lomaco dans ses périmètres de culture en régie, sur coton et maïs, si bien que de nombreux paysans anciens ouvriers de Lomaco connaissaient différents types d'herbicides et de techniques d'application.

Les principaux herbicides vulgarisés sur coton sont :

le Gramoxone (paraquat 200 g/l), désherbant total non sélectif, agissant par contact, utilisé en post-levée des adventices et pré-levée de la culture ; utilisé à des doses de 1 à 3 litres par hectare, cet herbicide est apprécié pour son effet immédiat, et la Lomaco prévoit une utilisation en forte augmentation.

l'Igran-combi (terbutryne + métolachlor, 400 g/l) herbicide de post-semis et prélevée de la culture, retardant la levée des adventices par son action résiduaire dans le sol ; sa sélectivité vis-à-vis des cultures est une sélectivité de position ; prévisions d'utilisation en hausse.

le Fusilade (fluazifop-P-butyl, 250 g/l), graminicide de post-levée sélectif du cotonnier (et d'autres dicotylédones) ; prévisions d'utilisation plutôt en baisse, en raison de son prix élevé.

Quelques autres herbicides sont disponibles (voir tableau), parmi lesquels il convient de signaler le Primagram (atrazine + métolachlore, 500 g/l) pour le maïs, et le Glyphosate à 360 g/l. Ce dernier est un désherbant total non sélectif qui agit par systémie ; son effet, perceptible 10 à 20 jours après l'application, est plus durable que celui du paraquat, notamment sur les vivaces et les couverts importants.

Les applications d'herbicides ont été effectuées en grande majorité avec les appareils TBV acquis depuis deux ans pour les applications d'insecticides. Les équipements supplémentaires pour permettre ce double usage sont : un bidon nourrice de 10 litres qu'on porte sur le dos, un tuyau de raccordement du bidon au petit réservoir de l'appareil, une buse à herbicides, et un manchon destiné à remplacer 2 piles, l'appareil fonctionnant avec 3 piles en mode herbicide au lieu de 5 en mode insecticide. L'appareil débite 30 litres à l'hectare en passant ligne par ligne.

Signalons la réceptivité et l'importance de la demande paysanne vis-à-vis des herbicides à travers un exemple rapporté par le chef de secteur de Namara concernant du coton traité au Gramoxone en application dirigée. Certains paysans ont emprunté des appareils précédemment en service dans les périmètres Lomaco. Il s'agit d'appareils à dos, à pression entretenue, équipés d'une lance munie d'une buse à jet plat et sans cache. Ces paysans sont ainsi intervenus dans des champs où les cotonniers étaient déjà grands et l'herbe encore rase (en remplacement soit du deuxième sarclage, soit du premier sarclage si la levée des adventices est retardée par un traitement de prélevée). Quelques feuilles de cotonniers ont été partiellement ou totalement brûlées par des gouttelettes de paraquat, mais ce préjudice a été jugé mineur en regard de l'avantage procuré. Dans ce même secteur, les agriculteurs ont exprimé une demande d'herbicides pour le maïs.

En définitive, il existe une forte demande de la part des agriculteurs pour les herbicides, et les prévisions de la Lomaco pour la campagne prochaine - seconde année de vulgarisation - avoisinent 10.000 ha, soit cinq fois plus qu'en 98/99. Les existences en stock sont suffisantes pour y faire face.

Fertilisation minérale

A l'instar des herbicides, l'engrais minéral a été vulgarisé en milieu paysan en 98/99, après une campagne de démonstrations. Cependant, les surfaces fertilisées sont restées inférieures à 800 hectares, contre plus de 2000 ha pour les surfaces herbicidées. Selon des indications convergentes recueillies directement auprès de quelques producteurs ou auprès des agents de Lomaco, les prévisions concernant l'utilisation des engrais sont à la baisse pour l'année prochaine, contrairement à celle concernant les herbicides. Dans certains secteurs, les stocks mis en place pour la campagne 98/99 sont restés intacts, par manque de candidats, alors qu'à l'instar des herbicides, les engrais étaient connus de bon nombre de paysans anciens ouvriers dans les périmètres de culture en régie de Lomaco.

L'engrais minéral disponible est un ternaire NPK non boraté, titrant 12-24-12 ; de l'urée (N, 46 %) est également disponible en magasin. La Lomaco préconise l'apport de 50 à 100 kg/ha au semis. L'engrais est déposé au fond du poquet, on le recouvre avec un peu de terre, puis on dépose les semences avant de refermer définitivement le poquet.

Quelles explications peut-on avancer à cet insuccès de l'engrais minéral ? L'engrais est disponible mais les agriculteurs n'en veulent pas. Cette situation est peu commune. En effet, dans de très nombreuses situations, il est avéré que parmi les principales motivations qui amènent les petits paysans d'Afrique francophone à cultiver du coton, ou l'arachide de bouche au Sénégal (filiales de production intégrées), l'accès aux intrants figure toujours en bonne place.

Trois types de raisons peuvent être avancés pour expliquer cette situation : d'abord le bon niveau de fertilité naturelle des sols à leur mise en culture, puis le rapport de prix entre l'engrais et les autres intrants, et enfin le mode d'application préconisé.

La faible densité de population et d'occupation des terres permet aux agriculteurs de pratiquer une agriculture quasi itinérante, tout en restant installés le long des pistes et à proximité des points d'eau. En première approximation, on peut admettre qu'à quelques années de culture succèdent quelques années de jachère boisée, non pâturée et à fort potentiel de régénération. Sur défriche récente, les cotonniers sont exubérants ou du moins vigoureux, et la réponse à la fertilisation n'apparaît pas suffisante pour emporter l'adhésion des producteurs. Les références acquises par le SRA dans ce type de situation fournissent des éléments d'appréciation qui permettent de justifier pour partie cette attitude des paysans, même si jusqu'à présent, le SRA n'a travaillé qu'avec des doses fortes. Les doses étudiées par le SRA comprennent, outre le témoin zéro, une dose de référence, de 150 à 200 kg/ha, et une dose forte égale à 1,5 fois la dose de référence. La réponse à cette dernière excède rarement 2 kg de coton-graine par kg d'engrais⁸. Une première dose plus faible, de l'ordre de 50 à 100 kg/ha de NPK, aurait certainement permis de faire ressortir une réponse plus importante.

Sur la végétation, la fertilisation a des effets relativement sensibles même lorsque les cotonniers non fertilisés sont vigoureux (hauteur de l'ordre de 1,5 m avec environ 20 branches fructifères) : cotonniers plus hauts, avec davantage de nœuds et de branches fructifères, donc plus tardifs. Ces cotonniers très vigoureux sont plus difficiles et coûteux à protéger : la réalisation des traitements est contrariée par la faible pénétrabilité du couvert, la période sous protection est allongée (minimum de 12 jours pour 4 nœuds supplémentaires), sans compter que l'ouverture des capsules est retardée par l'ambiance plus végétative de l'ensemble du couvert). De plus, on observe souvent en fin de cycle que les branches basses des cotonniers très vigoureux sont très peu productives, les plus basses ayant complètement dépéri (un à deux nœuds complètement dégarnis et noircis), les autres portant de vilaines petites capsules avec du coton de très mauvaise qualité ; ces branches basses ont été victimes de l'auto-ombrage généré par l'excès de vigueur des plantes (déficit local de photosynthèse et de protection insecticide, excès d'humidité favorisant les pourritures de capsules).

Cependant, après quelques années de culture, ou lorsque la fertilité naturelle est moindre, la vigueur des cotonniers diminue. Avec, des cotonniers bien protégés dès le départ contre les jassides (ravageur des feuilles), on peut observer un net effet fumure, à la fois sur la végétation et sur la production. Ceci a été constaté de *visu* dans l'essai fertilisation de Namara, et les prochains résultats devraient le confirmer. Bien que ce type de situation soit fréquent dans la zone de production de Lomaco Montepuez, les paysans ne se décident pas à recourir à l'engrais. Compte tenu de l'importance des contraintes enherbement et parasitisme, on peut considérer qu'on est confronté à un problème de priorité pour l'allocation des

⁸ Quant aux moyennes de production en coton-graine obtenues avec les deux doses d'engrais, elles n'ont jamais été significativement différentes.

intrants : engrais ou herbicides, engrais ou insecticides ? Pour le coût de 50 kg de NPK, le paysan peut avoir 2,4 traitements insecticides ou 2,3 litres de Gramoxone. Nous sommes encore dans une situation où ces contraintes prévalent généralement sur la contrainte fertilité. A titre de référence, l'étude réalisée en milieu producteur en 96/97, (rapport annuel SRA 97/98) met en évidence une progression régulière des rendements en coton-graine avec le nombre de traitements, avec un gain de 180 kg/ha de coton-graine par traitement, le rendement moyen de l'étude étant de 690 kg/ha, contre 609 pour l'ensemble de la zone (sans engrais)⁹. Cette rentabilité est considérable si on considère que pour le prix d'un traitement on peut avoir 21 kg d'engrais, elle équivaut à 8,6 kg de coton-graine par kg d'engrais.

Un autre problème qui entrave certainement le développement de l'utilisation de l'engrais réside dans son mode d'application. On préconise en effet de l'apporter au semis, ce qui d'un point de vue agronomique a des avantages et des inconvénients. Parmi les avantages : l'enfouissement met l'engrais à l'abri du ruissellement et de la volatilisation ; le phosphore (et le cas échéant la potasse) gagne à être localisé à proximité des racines ; la localisation au niveau du poquet favorise la croissance des cotonniers au détriment des adventices. Parmi les inconvénients : l'engrais est apporté à un moment où les besoins en éléments nutritifs sont très faibles et peuvent être facilement couverts par la forte activité minéralisatrice des sols en début de saison pluvieuse ; une partie importante de l'engrais, notamment l'azote, peut être perdue par lixiviation au moment où les besoins de la plante deviennent importants, c'est à dire à partir du début floraison ; lorsque le poquet est large, les adventices qui poussent dans les marges du poquet peuvent tirer avantage de l'engrais et augmenter leur concurrence ; idem en cas de poquet trop fourni en plantules de cotonniers et de démariage tardif. Outre les aspects agronomiques, il peut y avoir un problème d'ordre psychologique, les cultivateurs étant réticents à engager une importante dépense à un moment où ils n'ont encore aucune assurance que la culture va bien démarrer.

Cependant, on peut raisonnablement considérer que les paysans de certaines zones sont susceptibles d'adopter la fertilisation minérale si elle leur est proposée de façon adaptée. En effet, dans la zone cotonnière de la Lomaco Montepuez, on trouve deux types de sols principaux (Rapport de mission de Crétenet et Vaissayre, 1997) : les sols à tendance argileuse relativement riches et bien pourvus en phosphore, et les sols sableux, à moindre potentiel et particulièrement carencés en P. Parmi les sols sableux, certains se trouvent dans des zones à densité de population relativement forte où les niveaux d'occupation des sols sont plus élevés que la moyenne, comme dans le secteur de Namuno par exemple. C'est ce type de situation qu'il faudrait privilégier pour lancer une opération de la vulgarisation des engrais (voir § propositions).

Les problèmes de fertilité

Les paysans semblent avoir une nette perception des problèmes de perte de fertilité suite à la dégradation des sols causée par l'agriculture. A plusieurs occasions, des paysans nous ont expliqué que les sols "durcissent et sèchent" après quelques années de culture. Cette expression traduit clairement la détérioration des états de surface et du profil cultural, qui résulte de deux types de processus majeurs : d'une part, le ruissellement et l'érosion, d'autre part la désaturation du complexe d'échange et l'acidification.

Des marques d'érosion et d'épuisement des sols sont observables dans certaines zones, avec cependant une fréquence et une intensité bien moindre que dans d'autres zones cotonnières africaines. A Chopa : sol induré en surface avec localement dépôts de sable délié, dénotant une érosion active. Vers Namuno : moindre développement des cultures, davantage de *Striga* sous sorgho, arachide fréquemment chlorotique (très peu de nodosités) dénotant selon toute vraisemblance des problèmes d'acidification. En revanche, sur défriche récente, les cultures sont exubérantes et la terre est souple et noire, comme à Nanjua.

⁹ La forte chute de rendement observée entre le 5^e et le 6^e traitement pourrait correspondre à des cotonniers exubérants sur défriche fertile, aux branches de base dégarnies, au cycle très long, et à très mauvais indice de récolte

Le processus de dégradation est présenté en annexe 2. C'est un processus universel, même s'il s'applique ici avec une intensité moindre qu'ailleurs, en raison de la moindre pression exercée sur les terres (ratio jachères - cultures important, vigueur des jachères) et des techniques culturales peu agressives mises en oeuvre au niveau du travail du sol (absence de labour en traction animale, absence de buttage). A noter que ce processus n'est pas lié au coton, mais au remplacement de la savane naturelle (végétation pérenne et vivace, abondante colonisation racinaire à turn-over important) par une succession de cultures annuelles de cycles nécessairement plus courts, laissant la surface et le profil du sol plus exposés à l'agressivité du climat et à la lixiviation des éléments minéraux.

Le durcissement du sol consécutif à la dégradation est certainement plus marqué sur les sols à tendance argileuse. En effet, la teneur en matière organique requise pour assurer un maintien de la stabilité structurale du sol augmente avec sa teneur en éléments fins. Les niveaux critiques proposés par Pieri (1989) et Feller (1995) sont présentés en annexe. A noter que Feller considère l'horizon tout à fait superficiel du sol (0-10 cm) en raison de son rôle d'interface protectrice du sol, déterminante pour son évolution. L'horizon humifère superficiel du sol constitue en quelque sorte son épiderme, et il convient d'assurer son entretien en matière organique pour ne pas compromettre la stabilité de l'édifice sol.

En sols sableux, les problèmes de désaturation et d'acidification se manifestent rapidement. La désaturation du complexe d'échange cationique provient de l'entraînement par les eaux de drainage interne des cations basiques Ca, Mg et K. L'acidification qui en résulte réduit la croissance racinaire, la biomasse restituée (racinaire, et foliaire pour partie), et in fine le renouvellement de la matière organique dans le profil du sol, en une spirale négative (Rapport de mission Crétenet 97). Le développement d'une sécheresse édaphique franchement perçue par les agriculteurs correspond à une double réduction de l'infiltration et de l'enracinement¹⁰. C'est d'ailleurs la réduction de l'enracinement qui explique que la lixiviation des éléments minéraux augmente malgré la réduction de l'infiltration.

De ce point de vue là, l'existence dans la rotation de céréales photopériodiques à cycle long (sorgho "mapira") est un avantage. Grâce à leur système racinaire dense, profond, et actif jusqu'à tard en saison, non seulement ces cultures interceptent un maximum de cations, ce qui limite la lixiviation, mais elles remontent des cations déplacés en profondeur lors d'épisodes précédents (notion de "pompe biologique", cf Seguy *et al*, *Agriculture et Développement*, 1996, 12:38-61). Même avantage, mais certainement dans une moindre mesure, pour les cultures associées largement et habilement pratiquées par les agriculteurs de la région. En effet, les plantes à cycle long (pois d'angole, manioc) présentes à densité faible dans un peuplement de plantes à cycle normal (maïs, arachide) fructifient en saison sèche sur le stock d'eau du sol résiduel. La contribution des compartiments profonds du sol étant plus importante que celle des compartiments horizontaux, il y a remontée d'éléments minéraux en début de saison sèche.

A noter qu'une bonne protection de la surface du sol, par un mulch par exemple, n'empêche pas la dégradation du profil du sol par lixiviation. Au contraire, la diminution du ruissellement va augmenter d'autant l'infiltration, et en l'absence de couvert végétal actif, le drainage interne et la lixiviation vont augmenter, d'où appauvrissement et acidification. C'est ainsi que, dans un dispositif expérimental d'étude de l'érosion dans les savanes humides du Nord-Cameroun¹¹, de sévères déficiences en azote ont été induites par l'augmentation de l'infiltration et du drainage interne dans des parcelles de maïs cultivées sur mulch végétal.

¹⁰ La formule de César, travaillant sur la flore naturelle des savanes du nord au sud de la Côte d'Ivoire, à savoir : "la pauvreté du sol agit comme l'aridité du climat" s'applique parfaitement au processus de dégradation de la fertilité des sols sous culture. César J., 1992. Thèse d'Etat. Cirad-Emvt.

¹¹ Boli Baboulé Z., E.J. Roose, B. Bep à Ziem., S. Kallo, F. Waechter, P. Zahonero, A. Wahoung, 1997. Effets des pratiques culturales sur le ruissellement, l'érosion et la production de coton et de maïs sur sol ferrugineux sableux en zone soudanienne humide de Nord-Cameroun. In : Seiny Boukar L. (ed.), Poulain J.F. (ed.), Faure G. (ed.); CIRAD-CA. *Agricultures of North-Cameroon savannas. Toward a jointly development of Central Africa savannas. Proceedings of the exchange workshop.* 1996/11/25-29; Garoua (CMR). Colloques - CIRAD (FRA).- Montpellier (FRA) : CIRAD, 1997. - p. 409-428

Les agriculteurs semblent également avoir une claire idée des facteurs qui contribuent à entretenir la fertilité des sols. Leur perception du rôle des restitutions organiques semble assez fine, puisqu'ils considèrent littéralement que les matières végétales retournant au sol, notamment celles facilement dégradables telles que les feuilles de coton sénescentes, "sont de l'engrais". En somme, il apparaît que le savoir empirique des agriculteurs rejoint sur d'assez nombreux points les notions scientifiques des agronomes. Les agriculteurs semblent donc intellectuellement prêts à intégrer le bien fondé de nouveaux systèmes de cultures permettant une fixation de l'agriculture. Le problème le plus délicat réside dans les niveaux de contraintes en équipements, en intrants et en travail requis pour l'adoption de systèmes de cultures plus durables.

Le coton en cultures associées

Le praticien des zones cotonnières d'Afrique francophone découvrant les pratiques paysannes du Nord-Mozambique est surpris par l'importance des cultures associées à base de coton, notamment par les cultures "d'algodoa feijao", c'est à dire coton-niébé. S'il est vrai que l'on constate depuis quelques années en Afrique Centrale et de l'Ouest une tendance marquée de la part des agriculteurs à semer un peu de niébé dans les champs de coton au moment des sarclages ou du buttage pour combler les trous du peuplement, cela n'a pas de commune mesure avec ce qui est observé au Nord-Mozambique. On y trouve en effet de véritables champs de coton-niébé. Le niébé (*Vigna unguiculata*) semé dans le coton est soit du niébé photopériodique, à cycle long et volubile (désigné sous l'appellation niébé tardif dans la suite de l'exposé), soit du niébé de cycle court à port érigé (niébé hâtif dans la suite de l'exposé). On trouve quelques fois du haricot nain (*Phaseolus vulgaris*).

Le niébé hâtif est principalement observé dans des champs de coton très peu prometteurs : semis tardifs ou semis précoces très peu développés ayant souffert de l'enherbement et/ou des jassides. Le niébé y est semé en lignes dans les interlignes du coton, à l'occasion d'un sarclage. Ces cultures de coton-niébé peuvent être considérées une réponse tactique face à une culture de coton mal engagée (solution de rattrapage), mais on peut se demander si dans certaines situations elles ne correspondent pas à une stratégie délibérée de production de niébé sous la protection insecticide accessible grâce au coton. En effet, nous avons vu que même avec l'hypothèse basse de 2000 Mts le kg de coton-graine, il suffit de 90 kg de coton graine pour rembourser trois traitements insecticides. Or deux à trois traitements bien placés peuvent suffire à assurer une production de niébé modeste mais appréciable au niveau de l'économie familiale. Même si nous avons pu voir des champs où la production de coton était littéralement réduite à néant, dans la plupart des situations les paysans devraient pouvoir rassembler 100 kg de coton-graine ou plus.¹²

L'association du coton avec du niébé tardif semble moins fréquente qu'avec le niébé précoce et les champs de coton concernés ne semblent pas être systématiquement des cultures à espérance de rendement très faible comme dans le cas de l'association avec du niébé hâtif. Le niébé tardif grimpe et recouvre largement le coton, qui lui sert de tuteur. Les tiges de niébé entrelacées d'une ligne à l'autre rendent le couvert difficilement pénétrable, tant pour les derniers traitements insecticides que les récoltes. La récolte du coton intervient nécessairement après celle du niébé. La production du coton est amoindrie en quantité et qualité. La réduction quantitative a deux composantes : la concurrence tardive du niébé, et les pertes de coton-graine au sol (branches et capsules emmêlées dans les tiges de niébé). Quant à la qualité, elle est réduite du fait de la pollution du coton-graine par les débris de feuilles de niébé sèches. Ces observations qualitatives mériteraient d'être précisées par une étude fine sur les motivations et modalités de mise en œuvre de l'association coton-niébé, ainsi que sur les surfaces concernées.

¹² Il suffit de 3 petites capsules de 3,3 g au mètre carré pour arriver à 100 kg/ha.

Outre le coton-niébé, on rencontre du coton associé au manioc (*Manihot esculenta*) ou au pois d'angole (*Cajanus cajan*). Ce type d'association, proche de l'agroforesterie, est moins fréquent que le coton-niébé, et semble peu pénalisant pour le coton. Il fonctionne selon les principes décrits dans le § Fertilité à propos des cultures associant vivriers à cycle normal et vivriers à cycle très longs (plantes bi ou tri annuelles), même si le cycle du coton est généralement plus long que celui du maïs. Dans la mesure où les feuilles de manioc (pour les variétés de manioc doux) ne sont pas consommées en périodes de traitements insecticides, cette pratique ne semble pas poser de problème majeur. Cependant, il faudra faire attention avec le développement de l'utilisation des herbicides (et, le cas échéant, celui des régulateurs de croissance dans le futur), les applications en TBV pouvant pénaliser plus ou moins sévèrement le manioc ou le pois d'angole, selon le type d'herbicide et le développement des plantes.

La récolte du coton

Début mai, de nombreux champs étaient aptes à être récoltés, soit en un premier passage soit en passage unique. Par contre, les paysans rencontrés ne semblaient pas décidés à commencer à récolter. Il faut donc s'attendre à des récoltes tardives, avec corrélativement des pertes qualitatives et même quantitatives (chutes de coton-graine au sol). Tout retard de récolte pénalise la qualité de la fibre et des graines, notamment à cause des *Dysdercus* et de la fumagine, omniprésents ; le ver rose, parasite tardif susceptible de s'attaquer directement au coton-graine, représente aussi un risque potentiel de dégradation en cas d'infestation.

En fait, début mai, de nombreux paysans paraissaient encore occupés aux récoltes (collecte et portage) des cultures vivrières (maïs, arachide, niébé, poids de terre) et/ou à la préparation/réparation des greniers à vivres. D'autres s'occupaient à préparer les séchoirs à coton. Les paysans semblaient inquiets pour les prix officiels du coton-graine (premier et second choix), encore inconnus à la date de la mission. La persistance de cette inconnue sur le prix du premier choix et sur le différentiel avec le second choix semble être un facteur de retardement des récoltes de coton, certains paysans ayant déclaré qu'ils ne peuvent se mettre à récolter sans savoir comment sera rétribué leur coton et leur travail. Ceci est particulièrement pertinent pour ceux des agriculteurs, qui ayant des surfaces supérieures à la moyenne, ont recours à de la main d'œuvre extérieure. En outre, le calendrier des achats de la Lomaco n'était pas encore connu.

La ségrégation entre le coton de premier choix et de second choix s'opère en deux temps, d'abord au champ puis au séchoir. Au champ, le paysan écarte, à mesure qu'il récolte, le coton de deuxième choix. Cependant, il tend à n'écarter en second choix qu'une partie infime de sa récolte. Le séchoir permet à l'agriculteur de stocker son coton avant la tournée d'inspection de l'encadreur ; ce dernier examine la récolte et demande à l'agriculteur de procéder à un nouveau tri, plus ou moins sévère. Après ce second tri, le paysan conditionne le coton-graine dans les grands sacs de toile distribués par la Lomaco et attend le jour du marché. La sanction définitive pour l'agriculteur intervient ce jour-là, car chaque sac est à nouveau inspecté, avec risque de déclassement en deuxième choix. La décision de déclassement incombait auparavant à l'encadreur mais à partir de cette campagne elle reviendra au chef de zone, ceci afin de réduire les problèmes liés aux relations de proximité existant entre l'encadreur et ses paysans. Enfin, mais cela ne regarde plus le paysan, un dernier tri des sacs est opéré à l'entrée usine. Le coton-graine de deuxième choix est égrené à part, en dernier, et est commercialisé dans des catégories inférieures.

En 97/98, le coton de second choix a représenté globalement 6,7 % de la récolte, proportion qui paraît *a priori* bien en deçà de la réalité. Cette proportion représente la somme de trois composantes : le coton vendu directement en deuxième choix par les producteurs, le coton déclassé lors des marchés et le coton écarté à l'entrée usine. Cependant, la part de chacune de ces composantes dans la proportion globale n'est pas connue. Pour la campagne en cours, et au vu de l'état de général du coton graine début mai, il est certain qu'une part sensiblement plus importante de la production totale mériterait d'être classée en second choix, même s'il est difficile de *visu* d'avancer un chiffre.

Au même titre que la précocité des semis, la précocité des récoltes est une recommandation forte de la recherche (Rapport de mission Deguine et Dessauw, mai 1998). Elle vise à préserver la qualité - et la quantité - de la récolte. Le principe de l'achat du coton à la qualité ainsi que l'ancienneté de cette pratique sont des facteurs positifs pour la promotion de la qualité. Cependant, la variabilité du différentiel des prix entre 1^{er} et 2^{ème} choix de ces dernières années (-23% en 95/96, -6% en 96/97, -11% en 97/98), et la faiblesse de la part du coton classé ou déclassé en 2^{ème} choix sont des facteurs qui ne semblent pas de nature à promouvoir durablement la précocité des récoltes et la recherche de la qualité. Cet état de fait est aggravé par les circonstances de la campagne en cours (prix inconnus en période de début de récoltes). Ces circonstances sont particulières mais si elles survenaient à nouveau dans les années à venir, elles pourraient s'avérer contre productives vis-à-vis de l'adoption d'une ligne de conduite pro qualité, nécessaire à la rentabilité et la consolidation de la filière.

Propositions pour la Recherche-Développement

Les propositions formulées ci-après concernent essentiellement l'expérimentation appliquée et s'adressent donc au Service de Recherche Appliquée (SRA) de la Lomaco. Cependant, suite aux entretiens fructueux que nous avons eus avec les responsables du Secteur Familial et du Service Formation, et à la visite effectuée sur le site de NRopa (production en régie), quelques propositions complémentaires sont faites à leur intention.

Rappelons que l'équipe du SRA comprend deux agronomes chercheurs, Henri Reneaud et Carlos Tomas, une technicienne supérieure basée à Montepuez, Olivia Nicolau Cossa, et six techniciens-observateurs délocalisés dans la zone d'intervention du projet. Les activités du SRA ont débuté en 1996. Outre l'expérimentation coton (sélection, entomologie et agronomie), le SRA conduit une expérimentation sur vivriers (maïs, arachide et riz) et participe à des activités annexes (cartographie, enquêtes, formation). Parmi les six techniciens, deux se consacrent à des activités particulières : le suivi des multiplications à NRopa et l'expérimentation sur le riz. Les essais à confier aux techniciens doivent être simples à mettre en place et à suivre. Les expérimentations plus complexes peuvent être conduites à Montepuez ou à proximité. Le SRA dispose de deux pick-up double cabine tout terrain. Les techniciens sont dotés de motocyclettes.

Cadre général : amélioration de la productivité et durabilité

Il est reconnu qu'au Nord-Mozambique, dans le contexte actuel, l'amélioration de la productivité passe d'abord par celle de la protection. Protection contre les jassides, qui réduisent le potentiel de production (rapport de mission Crétenet, février 1998), et contre les chenilles, qui réduisent la production, et enfin contre les punaises et les piqueurs-suceurs producteurs de miellats, qui réduisent la qualité de la production de fibre et de graines. A son tour, l'amélioration de la protection passe d'abord par des semis précoces et des récoltes précoces : cette stratégie d'esquive (ou d'échappement) permet de réduire l'exposition du cotonnier ou du coton-graine aux causes des dégâts (Rapport de mission Deguine et Dessauw, mai 1998).

En effet, le handicap représenté par les adventices et les jassides pour les plantules de cotonniers, faible en début de saison des pluies, s'accroît considérablement à mesure que la saison des pluies avance. Les semis précoces réduisent donc les problèmes d'enherbement et de pression des jassides. En outre, les semis précoces permettent à la culture de bénéficier de la minéralisation de la matière organique du sol, généralement intense en début de saison pluvieuse. Enfin, l'esquive du parasitisme est totalement compatible avec l'esquive du stress hydrique terminal en fin de saison des pluies

L'amélioration du potentiel de production passe aussi par un sarclo-démariage précoce. Celui-ci permet d'interrompre la concurrence des adventices et des cotonniers entre eux au sein du poquet, et de réduire indirectement l'exposition des cotonniers aux jassides. En outre, l'état de la culture au moment de l'étape

cruciale du sarclo-démariage semble être un déterminant important de l'effort d'intensification en matière d'utilisation d'intrants qui sera consenti par le cultivateur pour sa culture. Cette relation *dates et états du peuplement au sarclo-démariage et décisions d'intensification* mériterait d'être précisée. C'est pourquoi, *a priori*, il paraît logique que les cultivateurs soient réticents à apporter de l'engrais au semis.

Les herbicides peuvent jouer un rôle important, voire décisif, pour réduire les problèmes de concurrence et de jassides. La vulgarisation d'herbicides, de contact ou sélectifs en prélevée de la culture, voire en post-levée avec des anti-graminées, a débuté avec succès en 98-99. La rentabilité du désherbage chimique peut certainement être améliorée en recourant à des herbicides sélectifs génériques. Une diversification des modalités de désherbage chimique est également possible, avec par exemple, des applications mixtes contact-prélevée le cas échéant. Dans l'hypothèse où les herbicides maïs s'avèreraient plus efficaces que les herbicides coton, ce qui est vérifié dans de nombreuses situations, il peut être judicieux pour certaines exploitations d'allouer l'herbicide aux céréales en culture pure (maïs ou sorgho) de façon à libérer davantage temps et de main d'oeuvre au bénéfice d'autres cultures dont le coton.

Les tentatives de vulgarisation de la fertilisation minérale à base d'engrais NPK ont été infructueuses. Leur utilisation en sols riches peut augmenter le potentiel de production sans augmenter la production, et s'accompagne de désavantages : difficulté à pénétrer la culture pour réaliser les traitements et tardivité de la production et de l'ouverture des capsules. Cependant, en ciblant d'abord les sols sableux appauvris, en positionnant l'application du NPK au sarclo-démariage et en apportant des doses faibles, la fertilisation minérale devrait pouvoir être rapidement adoptée par les agriculteurs concernés.

Les régulateurs de croissance de type anti-gibbérélines augmentent la précocité de la production en privilégiant la croissance des organes reproducteurs au détriment du développement végétatif. Les préalables à leur utilisation sont de disposer d'un potentiel de production important au moment de l'application (faute de quoi, leur effet peut être dépressif), et d'assurer une protection efficace des boutons floraux et capsules de base. Couplée avec des densités de peuplement élevées et une variété adaptée, leur utilisation est susceptible d'augmenter notablement la précocité et la qualité de la production, voire même son volume.

En milieu tropical, l'agriculture dégrade inexorablement les sols, plus ou moins intensément selon les systèmes de culture et de production. La durabilité de l'activité agricole passe d'abord par la minimisation de l'exposition directe de la surface et du profil du sol à la forte agressivité du climat. Cela revient à maximiser la couverture de la surface du sol et la colonisation du profil par des racines. Au Nord-Mozambique, les résidus de récolte sont abondants, notamment les cannes de sorgho et les tiges de maïs. Ne faisant l'objet d'aucune utilisation, ils sont restitués au milieu sous forme de cendres. Ils pourraient donc, potentiellement, être restitués sous forme de mulch pour protéger la surface du sol. De plus la flore adventice est dominée par des poacées, et des herbicides anti-graminées de post-levée sélectifs du cotonniers sont déjà utilisés. Dans ces conditions, la contrainte majeure à lever pour pouvoir mettre à l'épreuve une culture de cotonniers en semis direct sous couverture végétale, est de pouvoir semer dans le mulch.

Enfin, la forte dynamique de développement des associations de producteurs est un atout considérable en vue de faire progresser l'agriculture du Nord-Mozambique vers des systèmes de production plus rentables et plus durables. Les associations, grâce à une organisation efficace pour l'utilisation des intrants, obtiennent des rendements en coton-graine bien supérieurs à la moyenne générale Lomaco-Montepuez. Les agriculteurs organisés en associations sont les plus dynamiques et cherchent à progresser sur tous les plans. Ce sont les plus réceptifs et réactifs aux innovations, et les plus demandeurs. Il apparaît donc logique que les partenaires prioritaires du SRA en milieu paysan soient les associations, pour expérimenter, mettre au point, tester et valider les innovations techniques, en liaison évidemment avec les services concernés de la Lomaco. Les associations performantes étant des foyers naturels et spontanés de diffusion des améliorations techniques ou organisationnelles, l'ensemble des agriculteurs de la zone d'influence du projet Lomaco-Montepuez devraient bénéficier à terme des avancées véhiculées par les associations.



Essais herbicides

Jusqu'ici, le SRA n'a jamais conduit d'expérimentation sur les herbicides, même si les essais du SRA sont fréquemment traités avec des herbicides. La vulgarisation des herbicides a débuté avec succès 98/99, et tout indique qu'elle va prendre rapidement de l'ampleur. La Lomaco dispose de plusieurs types d'herbicides, ce qui offre d'intéressantes possibilités d'adaptation à des situations variées. En particulier, le paraquat et les herbicides de prélevée, dont l'utilisation en mélange est souvent indiquée, agissent en synergie, l'action résiduaire de l'herbicide de prélevée complétant l'action de contact du paraquat sur les adventices, notamment celles déjà bien développées.

Les propositions faites ici visent à réduire les coûts du désherbage chimique sans perte d'efficacité et sans accroissement des risques pour les utilisateurs ou l'environnement. S'il ne semble guère possible de comprimer davantage le coût des désherbants totaux non sélectifs (paraquat et glyphosate), il existe certainement une marge de progrès avec les herbicides de prélevée destinés au coton et au maïs. Cette réduction des coûts peut résulter de trois facteurs complémentaires : le recours aux " herbicides génériques ", formulations simples de molécules passées dans le domaine public, le recours à des formulations permettant d'économiser sur le coût du transport (concentration élevée) et/ou du conditionnement (poudres mouillables), et la réduction des doses de matière active. Les herbicides génériques ou banalisés sont proposés par un grand nombre de firmes en concurrence, par opposition aux associations spécifiques proposées par un petit nombre de firmes (en l'occurrence Novartis, ex Ciba-Geigy). Au Nord-Cameroun, la mise en œuvre de ces mesures depuis 1992 a permis aux agriculteurs de faire face à bien des problèmes et de maintenir ou améliorer leur revenu¹³.

Concernant les herbicides à action résiduaire, les produits de référence dans la zone du Projet Lomaco-Montepuez sont l'Igran-combi 400 à 3 l/ha pour le coton (utilisable aussi sur maïs, sélectivité de position) et le Primagram 500 à 3 l/ha pour le maïs. Ces deux spécialités sont des associations binaires contenant une molécule commune, le métolachlor, à hauteur de 50 %. Cette molécule de la famille des acétanilides présente une bonne activité anti-graminées. Elle existe aussi en formulation simple, le Dual 720, dont prix au litre, est plus élevé que celui de l'Igran-combi et du Primagram (annexe 1). Cependant, en ramenant les prix au kilogramme de matière active, il apparaît que l'Igran-combi est presque une fois et demi plus coûteux que le Dual ou le Primagram, qui ont un coût très voisin de l'ordre de 200.000 Mts/kg de matière active. Ce serait donc la terbutryne qui renchérirait le prix de l'Igran-combi¹⁴. C'est pourquoi il convient d'analyser biologiquement et économiquement, dans les conditions d'enherbement du Nord-Mozambique, la contribution chaque molécule à l'efficacité des associations d'herbicides à action résiduaire vulgarisées.

Outre l'analyse des associations binaires de référence, il serait opportun tester des échantillons d'herbicides banalisés tels que :

- le diuron en poudre mouillable (WP) à 80 % , sur coton à 800 g/ha
- le linuron en poudre mouillable (WP) à 50 % , sur coton à 800 g/ha
- le chlortoluron en suspension concentrée à 500 g/l, sur coton à 800 g/ha
- l'atrazine en poudre mouillable (WP) à 50 % , sur maïs à 1000 g/ha

Il s'agit de molécules très largement et diversement utilisées depuis fort longtemps. Le diuron et l'atrazine sont devenus très prisés au Nord-Cameroun en raison de leur bon rapport efficacité/prix. Cependant, il convient de vérifier leur efficacité au Nord-Mozambique où, contrairement au Nord-Cameroun, la flore est à dominante de poacées. Le linuron et le chlortoluron auraient une action anti-graminées plus affirmée que le diuron, d'où leur intérêt en la circonstance.

Parmi les autres produits d'origine Ciba-Geigy dont dispose la Lomaco, figure aussi le fluométuron (Cotoran 500), excellent produit vendu moins cher que l'Igran-combi. En revanche, le Triflural doit être incorporé au sol par grattage et ne présente pas d'intérêt en agriculture manuelle.

¹³ J. Martin et L. Gaudard, 1996. *Agriculture et Développement*, 1996 (11) :53-67

¹⁴ La terbutryne existe en formulation simple : l'Igran 500

D'un point de vue pratique, pour les herbicides formulés en poudre mouillable (WP), le conditionnement en sacs de 20-25 kg paraît parfaitement adapté à une utilisation par les associations de producteurs. Il leur suffit de disposer d'une mesure volumétrique correspondant à la dose nécessaire pour traiter une surface élémentaire (le quart d'hectare par exemple). Ce conditionnement est assurément moins onéreux que le conditionnement en bidons de 5 litres (formulations SC et EC). La finesse et la qualité de la micronisation des poudres actuelles garantissent une dissolution parfaite dans l'eau, sans grumeaux (contrairement à ce qui survenait autrefois). Enfin, les formulations WP se conservent très bien d'une année à l'autre, contrairement aux formulations SC (formation de dépôts au fond des bidons difficiles à récupérer).

L'objectif n'étant pas de cribler des herbicides nouveaux, il n'est pas nécessaire d'adopter le dispositif classique d'évaluation en cascade préconisé par la CEB¹⁵ (essais d'efficacité, essais de sélectivité, tests de valeur pratique en milieu paysan). Notre objectif est double : analyser, biologiquement et économiquement, dans les conditions du Nord-Mozambique, les contributions des molécules composant les références vulgarisées ; situer par rapport aux produits et doses de référence, les performances de doses réduites et de molécules banalisées susceptibles de compléter la gamme de produits vulgarisables.

Il est donc proposé, pour cette première année d'expérimentation sur les herbicides, un dispositif expérimental qui représente un raccourci du dispositif CEB, avec une phase d'essais d'efficacité simplifiés en milieu contrôlé et une phase de tests en milieu paysan en principe décalée d'une campagne. Dans les essais d'efficacité simplifiés, le principe du témoin adjacent et des 3 répétitions est évidemment maintenu, mais l'étude des doses systématiques 3/4, 1, 3/2 est abandonnée. Quant aux tests de valeur pratique, ils consistent à partager le champ traité en deux parties, l'une traitée avec le produit de référence, et l'autre avec le nouveau produit. Il est souhaitable de ménager entre les deux parties une étroite bande non traitée. Pour certains produits parmi les mieux connus, les tests en milieu paysan peuvent être conduits simultanément aux essais d'efficacité, afin de gagner du temps. Il conviendra de noter précisément les éventuels symptômes de phytotoxicité pouvant apparaître dans les essais ou les tests.

Sur coton, les premiers traitements à comparer en essais d'efficacité simplifiés pourraient être les suivants :

- témoin zéro
- référence Igran-combi à 3 l/ha (1200 g/ha)
- Igran-combi à 2l/ha (800 g/ha)
- terbutryne à 800 g/ha
- métolachlor à 800 /ha
- diuron à 800 g/ha
- linuron à 800 g/ha
- chlortoluron à 800 g/ha
- fluométuron à 800 g/ha

Sur maïs :

- témoin zéro
- référence Primagram à 3 l/ha (1500 g/ha)
- Primagram à 2 l/ha (1000 g/ha)
- atrazine à 1000 g/ha
- métolachlor à 1000 g/ha
- Igran-combi à 2,5 l/ha (1000 g/ha)

Les tests en milieu paysan pourraient être programmés avec les produits déjà disponibles : sur maïs, le Primagram à dose réduite (1000 g/ha) ; sur coton, le fluométuron (Cotoran 500) à 800 g/ha. Quant au métolachlor (Dual 720), il pourrait être testé sur les deux cultures (coton et maïs), à 1 l/ha. Les doses

¹⁵ Commission des Essais Biologiques de la Société Française de Phytologie et Phytopharmacie

proposées sont indicatives, car à court terme il faudrait pouvoir les ajuster en fonction du type de sol (à la baisse pour les sols sableux et à la hausse pour les sols argileux).

Pour ce qui est des traitements de post-levée du coton, une démarche similaire pourrait être tentée car il existe d'autres molécules graminicides totalement sélectives du coton (par exemple l'haloxyfop-R). Il convient de se renseigner sur leurs prix, et de tester l'efficacité de doses réduites, car le traitement au fusilade à 1 litre par hectare revient actuellement trop cher aux agriculteurs.

Les essais d'efficacité en milieu contrôlé devraient concerner 2 à 4 sites. Les tests en milieu paysan pourraient être concentrés sur une à deux zones ayant largement utilisé les herbicides en 98/99. Les précisions méthodologiques concernant la mise en place¹⁶ et le suivi des essais et des tests pourront être fournies à Carlos Tomas en septembre lors de sa prochaine mission à Montpellier. Il convient donc de programmer des séances de travail avec Pascal Marnotte (Laboratoire d'Accueil en Malherbologie Tropicale " Amatrop ", Cirad-Ca). Une mission de ce dernier au Mozambique en début de campagne serait d'ailleurs fort pertinente pour appuyer le SRA en la matière et fournir un diagnostic plus circonstancié des problèmes d'enherbement en début de campagne.

Essais fertilisation

Les essais fertilisation conduits par le SRA sont des essais annuels comprenant 3 doses : le témoin zéro, une dose de référence, de 150 (100/NPK + 50/urée) à 200 (150/NPK + 50 urée) kg/ha, et une dose forte égale à 1,5 fois la dose de référence. Ces doses ont été introduites en sous-parcelles dans essais phytosanitaires à 3 ou 4 niveaux de protection pendant deux années. En 98/99, les doses d'engrais étaient croisées avec des dates de semis. Malheureusement, les semis précoces ayant connu de sérieux problèmes de levée et de survie dans la plupart des sites, l'interaction entre les deux facteurs ne pourra par être étudiée. Ce type de dispositif, particulièrement intéressant *per se* en ce sens qu'il permet d'appréhender des interactions pertinentes, s'est avéré jusqu'à présent peu adapté à la problématique actuelle du Nord-Mozambique. En effet, tels qu'ils ont été conçus (absence de dose faible), implantés (sols riches) et menés (essais annuels), ils n'ont pu fournir d'éléments décisifs face aux préoccupations du développement : rentabilité à court terme et durabilité à moyen et long terme.

Pour répondre à la première préoccupation, et acquérir des références en milieu producteur directement utilisables par le Développement, il est proposé de mettre en place un réseau d'essais fumure en milieu paysan, en ciblant les zones susceptibles de répondre nettement à la fertilisation (voir conclusion du § Fertilisation minérale). Il est donc proposé de tester 3 doses faibles : 0, 50 et 100 kg/ha de NPK, à apporter après le sarclo-démariage, selon le dispositif des essais variétaux en milieu paysan (2 répétitions) qui après 2 années de recul s'avère très performant. Il est proposé de coupler ce réseau d'essais fumure à une enquête sur le sol et l'histoire des parcelles d'essais. Concernant le sol, il s'agit de prélever à la tarière des échantillons de l'horizon de surface (0-15 cm) et d'y faire analyser la texture (éléments fins A+L), la matière organique (carbone), l'acidité (pH), et la teneur en phosphore assimilable (P). L'histoire de la parcelle comprend les précédents culturaux en remontant jusqu'à l'année du défrichement, en précisant s'il s'agissait d'une savane primaire ou d'une jachère, de courte ou longue durée. Ces données peuvent être géo-référencées et alimenter une base de données enrichie annuellement. Les doubles des échantillons peuvent être conservés dans des boîtes à tare en aluminium. Cette solothèque, enrichie annuellement, pourra être mobilisée dans le futur dans le cadre d'éventuelles études plus vastes sur les sols cultivés de la région. Le cas échéant, ces essais fertilisation en milieu paysan pourraient être pérennisés pour peu que les paysans pratiquent une rotation coton-vivriers et qu'ils le souhaitent (à voir en fin de campagne).

La réponse à la seconde préoccupation - fertilisation et durabilité - passe par la mise en place d'un essai pérenne. Les terrains du centre de formation de Mapululo, sableux et exploités de longue date, se

¹⁶ Un pulvérisateur à pression entretenu ou préalable muni d'une rampe portant des buses à jet plat permettant de traiter des bandes étroites avec un minimum de dérive est nécessaire pour les essais d'efficacité.

prêteraient bien à l'installation d'un essai de ce type, car les effets sur la durabilité devraient y être perceptibles en peu d'années. L'essai bénéficiera d'un vaste public et devra avoir un caractère de démonstration marqué. Un essai pérenne implique des cultures assolées en rotation, et des résidus de récolte à gérer, ce qui n'est pas sans incidence sur la durabilité. Afin qu'un tel essai reste simple, le dispositif suivant est proposé :

rotation : coton/sorgho, avec assolement annuel coton et sorgho (essai à deux séries)

3 niveaux de fertilisation, sur coton seulement : témoin zéro, dose simple et dose double (dose simple de type 75 kg/ha de NPK + 25 kg/ha d'urée)

2 niveaux de restitution des résidus : témoin brûlis (prévoir des allées pare-feu) et restitution organique sous forme de mulch

L'essai pourrait revêtir la forme d'un split-plot, avec le facteur restitution en grandes parcelles, et le facteur fertilisation en petites parcelles. Prévoir au minimum 3 répétitions (à évaluer), à multiplier par les 2 séries annuelles (coton et sorgho).

Pour clore cette section, une remarque sur la formule d'engrais. Nous sommes en début de vulgarisation des engrais minéraux et les paysans sont réticents à apporter du NPK. Les sols pauvres sont carencés en P mais pas en K. Les résidus de récolte riches en cations étant restitués au milieu sous forme de cendres, et l'agriculture n'étant pas fixée, il ne semble pas nécessaire d'apporter du K dans la fertilisation. Lorsque le moment sera venu de renouveler les stocks d'engrais, ne faudrait-il pas étudier la possibilité de remplacer le NPK par une formule NP susceptible d'être plus rentable ? A titre d'exemple, 50 kg/ha de DAP (di-ammonium phosphate) apportent 23 unités de P_2O_5 et 9 unités de N. Plus tard, lorsque l'agriculture sera fixée et plus productive, les données seront différentes et il faudra reconsidérer les problèmes de K, des amendements calciques et magnésiens, et des oligo-éléments dont le bore B. Quoi qu'il en soit, il convient d'être attentif au problème des formules, en tenant compte de leur composition (solubilité du P, pouvoir acidifiant des constituants, présence de charges inertes, concentration et coût à l'unité fertilisante).

Essais régulateurs de croissance

Parmi les substances de croissance anti-gibbérélines, le Pix (mépiquat chlorure, 50 g/l) constitue la référence en culture cotonnière¹⁷. Il est indiqué dans les cas de croissance exubérante ainsi que pour améliorer la précocité de la production en cas de semis tardifs ou de saison de culture brève. Ses effets sur la réduction de la taille des entrenœuds et des feuilles formés après son application, sur l'épaississement des tissus, sur l'augmentation du poids moyen capsulaire et la précocité de la production sont constants, tandis que ses effets sur la production ne sont pas encore parfaitement prévisibles. Son application doit être ciblée, et réservée aux cotonniers exhibant un potentiel de production important au moment de l'application, c'est à dire une croissance vigoureuse. En outre, la sécurisation de l'obtention de gains de production passe vraisemblablement par des cultures à densité de peuplement élevé.

Classiquement, le Pix était appliqué en une fois, à 1 l/ha, en début floraison. Cependant, les résultats de très nombreux travaux menés aux USA et ailleurs montrent qu'il est moins risqué et plus efficace de fractionner cet apport en 2 ou 3 applications débutant avant la floraison.

Pour évaluer les potentialités du Pix en culture cotonnière au Nord-Mozambique, où la recherche de la précocité de la production est un objectif important à plus d'un titre, il est proposé de mettre en place deux types d'essais : un essai Pix-exubérance et un essai complexe Pix-date de semis-densité.

¹⁷ Les performances du CCC ou chlormequat-chlorure, autre substance anti-gibbéréline, sont généralement nettement inférieures sur coton. Utilisé depuis longtemps en culture cotonnière, le mépiquat-chlorure est utilisé depuis quelques années en association avec le CCC et/ou l'éthylène pour réduire la verse sur céréales à paille.



L'essai Pix-exubérance a un caractère démonstratif et vise à fournir une illustration marquante des effets de cette substance sur le comportement du cotonnier. Il doit être implanté précocement sur un site fertile proche de Montepuez, par exemple Zambia. Un seul facteur est étudié : le Pix, en applications fractionnées, dose globale 1 litre par hectare. Les traitements proposés sont les suivants :

P0 : témoin zéro

P1 : une application, début floraison

P2 : deux applications ($2 \times \frac{1}{2}$ l/ha), la seconde début floraison

P3 : trois applications ($3 \times \frac{1}{3}$ l/ha), la troisième début floraison

Les applications de Pix sont calées sur celles des traitements insecticides. Ainsi, la première application de Pix de P3 correspond au premier traitement anti-jassides à l'endosulfan, la première application de P2 et la seconde de P3 correspondent au second traitement anti-jassides, et l'unique application de P1, la seconde de P2 et la troisième de P3 correspondent au premier traitement anti-chenilles (pyréthrinioïde ou pyréthrinioïde + organophosphoré).

L'essai complexe Pix doit être implanté à Montepuez ou à proximité. Trois facteurs sont étudiés :

- le facteur Pix, avec les modalités P0 et P3 de l'essai Pix-exubérance,
- le facteur densité, avec 2 modalités : densités faible et forte,
- le facteur date de semis, avec deux modalités : semis précoce, semis tardif.

La densité faible est proche de celle pratiquée par les agriculteurs sur défriche : 50.000 plants par hectare (interligne 1 m, interpoquet 40 cm, 2 plants par poquet). La densité forte résulte d'une réduction conjointe de l'interligne et de l'interpoquet (166.666 plants/ha, interligne 60 cm, interpoquet 20 cm, 2 plants par poquet ; ou 200.000 plants avec un interligne de 50 cm).

Le semis tardif correspond à un semis effectué entre 20 et 30 jours après le semis précoce, qui lui est effectué dès que des conditions favorables et sûres sont rencontrées. Si le premier semis est réellement précoce, le second pourra être différé de 1 mois ; dans le cas contraire, le différé sera réduit à une vingtaine de jours.

Au total, l'essai comportera $2 \times 2 \times 2 = 8$ traitements. Le type de plan d'expérience à choisir (hiérarchisé, factoriel, ou combiné) pourra être discuté en septembre à Montpellier entre Carlos Tomas et Eric Gozé, biométricien Cirad-Ca.

Il est certain que le facteur variétal peut interagir avec les facteurs étudiés. En particulier, il serait opportun d'introduire une variété plus précoce et déterminée telle que Gauzuncho en comparaison de variétés classiques plus végétatives, telles que celle vulgarisée (Rému) ou vulgarisable (Ca 324). Cependant, cela porterait à 16 le nombre de traitements.

Dans l'essai complexe, il conviendra d'éviter les dérives lors des pulvérisations de Pix pour ne pas avoir à accroître la taille des parcelles élémentaires et de l'essai. Les applications de Pix en BV (bas volume) devraient donc être réalisées avec un appareil à dos muni d'une rampe de type Cadou. Dans l'essai Pix-exubérance, à défaut de pouvoir appliquer le Pix en BV, le TBV pourrait être utilisé, moyennant une dimension suffisante pour les parcelles élémentaires (en considérant une parcelle utile à l'intérieur de la parcelle élémentaire).

Sur le plan des observations, il est important dans ce genre d'essai de bien suivre le développement des cotonniers, depuis la première application de Pix jusqu'à la fin de l'essai. Il faut donc prévoir des mesures morphologiques (hauteur des plants, longueur de la nervure principale de la quatrième feuille sommitale) et des observations phénologiques chaque deux semaines : nombre de nœuds (de l'axe principal), niveau de floraison (le nombre de nœuds de l'axe principal atteints par la floraison), et niveau d'ouverture des capsules (progression du stade "cracking boll" le long de l'axe principal). Le NAWF ou nombre de nœuds au dessus de la fleur blanche se déduit immédiatement du nombre de nœuds et du niveau de floraison par simple différence. Ce suivi phénologique régulier permettra de situer l'arrêt de la croissance végétative (cut-out) et son éventuelle reprise (regrowth) qui marque l'amorce d'un deuxième cycle. Pour faciliter le suivi, il faut travailler sur des plants marqués et bagués (une bague tous les 5 nœuds par exemple). Enfin, il faut évidemment prévoir un plant-mapping à la récolte et des mesures de poids moyens



capsulaires. Après la récolte, il faut prévoir de mesurer les longueurs des entrenœuds sur les tiges principales des plants ayant fait l'objet du suivi phénologique, afin de pouvoir comparer leurs profils.

Un étudiant en agronomie ou physiologie végétale pourrait utilement être impliqué dans le suivi de cet essai très formateur, éventuellement en liaison avec l'INIA (l'Institut mozambicain de recherche agronomique).

Essai de semis direct de coton sur mulch de céréales

En agriculture manuelle, la mise en place de systèmes de culture en semis direct sous couverture végétale (SDSCV) se heurte à un premier obstacle : comment semer dans le mulch ? La levée de cette contrainte constitue un préalable pour pouvoir aborder le sujet de façon réaliste¹⁸.

Au Brésil, le problème a pu être résolu grâce à l'introduction de cannes planteuses manuelles, et à leur adoption par les petits paysans de certaines régions. Il convient donc de se documenter sur les évolutions récentes concernant les cannes planteuses brésiliennes et d'en faire introduire à titre expérimental par le Projet Lomaco. Avant de les mettre en œuvre dans des essais systèmes de culture, il faudra les tester méthodiquement sur différentes surfaces et avec différents types de graines. La gamme des surfaces à étudier avec la canne planteuse va du sol nu, sableux ou argileux et à différents niveaux d'humidité, à des mulchs de structure et épaisseur variables, allant jusqu'à des mulch importants de cannes de sorgho non broyées.

Pour avancer dans le dossier SDSCV, il serait bon d'observer le comportement des termites dans les résidus de récolte, de façon informelle dans un premier temps. En effet, les populations et l'activité de termites au Nord-Mozambique sont particulièrement importants, certainement en liaison avec l'importance des savanes et des jachères, ainsi qu'avec l'absence de travail du sol profond¹⁹. Il faut donc s'attendre à des interactions mulch – termites importantes. En particulier la durée d'exposition des résidus à l'emprise directe des termites (lorsque les résidus sont littéralement plaqués au sol) et leur volume sont des facteurs qui peuvent avoir une influence sur l'état du mulch au moment du semis et son devenir pendant la culture. En retour, les systèmes de culture basés sur le SDSCV auront certainement un effet sur les populations de termites, dont il semble difficile à un non spécialiste²⁰ de prédire les effets à long terme, notamment quant au danger potentiel concernant les risques d'attaque directe aux cultures sur pied.

Certaines équipes de chercheurs comprenant des ciradiens ont acquis une solide expérience sur les systèmes de culture basés sur le SDSCV, notamment au Brésil (L. Séguy et S. Bouzinac) et à Madagascar (D. Rollin). Il serait bon, avant de se lancer dans une expérimentation SDSCV au Nord-Mozambique, d'étudier la possibilité, dans le cadre du Projet Lomaco Montepuez, de programmer et organiser un voyage d'études auprès des équipes brésiliennes et malgaches pour trois ou quatre cadres de la Lomaco.

Propositions complémentaires au Secteur Familial et au Service Formation

Ces propositions concernent les doses de semences, les récoltes du coton et les parcelles de démonstration.

Les doses de semences utilisées sont élevées, et conduisent à des problèmes de concurrence entre plantules de cotonniers au sein des poquets. De plus il convient de se préparer aux innovations futures,

¹⁸ Il est clair que dans l'essai fumure-restitution proposé pour Mapululo, la réalisation du semis sur le mulch ne pourra se faire que moyennant un surcroît de main d'œuvre important.

¹⁹ C'est ainsi que les termites comptent parmi les ravageurs importants du maïs en période de pré-récolte, lorsque les tiges commencent à sécher. Attaqués à la base, les plants tombent et sont entièrement colonisés par les termites et les épis sont perdus.

²⁰ Le moment venu, les responsables des Projets régionaux sur les jachères en Afrique de l'Ouest, Ch. Floret et R. Pontanier, basés à Dakar au centre IRD (Institut de Recherche pour le Développement, ex ORSTOM), pourront nous mettre en relation avec les spécialistes des termites de l'Université de Paris VII.

telles que la vulgarisation de nouvelles variétés et le traitement des semences avec des insecticides systémiques, qui nécessiteront d'optimiser les doses de semences. L'introduction de nouvelles variétés suppose la mise en place d'un plan de production et de renouvellement des semences, qu'il convient de gérer au mieux. Idem pour le traitement des semences, dont il faut limiter le coût en évitant le gaspillage de semences. Il est possible de résoudre le problème de consommation excessive de semences soit en facturant les semences au kg, soit en réduisant progressivement les quantités de semences distribuées (par exemple 30 kg en 99/00, puis 25 l'année suivante, puis 20).

Les récoltes sont généralement tardives et cela déprécie la qualité de la fibre et de la graine. Que peut faire la Lomaco pour améliorer cette situation ? Le différentiel de prix entre le coton-graine de premier choix et de deuxième choix est fixé à l'échelon national. Par contre, la Lomaco maîtrise le niveau de pression applicable au tri du coton-graine et au classement des récoltes en premier ou deuxième choix. La Lomaco peut également influencer sur la précocité des récoltes à travers le calendrier des achats, précoce ou tardif. Sous réserves que les agriculteurs puissent se libérer suffisamment tôt des contraintes de récolte de leurs vivriers (collecte et transport, séchage et stockage). Il serait bon de pouvoir préciser cette dernière contrainte.

Le Service Formation met en place des réseaux de parcelles de démonstration préalablement à la vulgarisation de thèmes techniques par le Secteur Familial. Pour prolonger et amplifier les effets de parcelles de démonstrations, il est proposé de développer la méthode de la bande témoin. Cela consiste à laisser en milieu de parcelle 2 à trois lignes non traitées, ou non fumées, lors de la mise en oeuvre d'innovations en matière d'herbicides et d'engrais par exemple. La méthode de la bande témoin est très efficace pour augmenter technicité des agriculteurs, notamment au sein des associations ou des blocs, car elle suscite des analyses comparatives et des discussions techniques entre producteurs, avec le cas échéant la participation des encadreurs-formateurs.

Proposition complémentaire concernant la production en régie

Dans le cadre du maintien au sein de la Lomaco-Montepuez d'une activité production directe modeste mais stratégique (production de semences de coton, adoption d'un plan de production des semences, avec renouvellement par vagues à partir du noyau génétique), et compte-tenu des évolutions récentes de réduction de la production en régie, il est proposé de tirer parti des points forts du système de culture actuel pour passer à un système de culture de coton sur couverture végétale. Cela préfigurerait ce qui pourrait être fait en milieu paysan dans le futur avec l'introduction des cannes planteuses : semis direct sur mulch de résidus de culture. Cela constituerait une excellente vitrine pour le projet Lomaco-Montepuez, illustrant concrètement son action en faveur d'une agriculture durable.

Objectif : maintenir une maîtrise totale de la production de semences de base, avec un système de culture productif et durable, économiquement viable, permettant d'égrener la production en premier lieu à l'ouverture de l'usine.

Points forts de la situation actuelle :

- rotation systématique
- avec maïs auparavant, puis crotalaire actuellement
- engrais vert
- travail du sol relativement profond
- expérience des herbicides
- expérience des traitements de semences

Points faibles :

- travail du sol au cover-crop (2 trains de disques crantés, de grand diamètre)
- sol nu en début de campagne
- abandon des bandes antiérosives (travail du sol dans le sens de la plus grande longueur)
- traitements aériens devenus chers avec la diminution des surfaces,

Propositions :

- coton en semis direct sur couverture de crotalaire
- investir dans un semoir de type brésilien
- traitements insecticides par atomiseur / tracteur (investissement)
- rétablissement des bandes anti-érosives toujours en herbes, écart calculé pour passage tracteur-atomiseur
- faucheuse pour crotalaire, broyeur pour cotonnier
- traitement des semences *ad hoc* (insecticides systémiques)
- herbicides *ad hoc*
- coton à croissance régulée par une application de Pix, pour hâter le cycle et la récolte, en augmentant la qualité de la récolte (ouverture plus groupée, moindre exposition aux punaises et aux vers roses), pour égrenage à l'ouverture de l'usine
- la couverture permanente du sol devrait maintenir populations de termites sans provoquer de dégâts aux cultures (à vérifier)
- vitrine du Projet Lomaco-Montepuez en faveur d'une agriculture durable

Annexe 1 : La production cotonnière et les intrants agricoles du Projet Lomaco-Montepuez

Données sur la production cotonnière et les intrants agricoles du Projet Lomaco-Montepuez

	1995-96	1996-97	1997-98	
Production de coton du "Sector Familiar"				
Nb de planteurs de coton	19 560	43 760	62 210	
dont regroupés en associations	0	0	1 104	
Surface coton (ha)	13 210	26 570	39 040	
dont associations (ha)	0	0	?	
Production (tonnes de coton-graine)	7 755	16 170	20 300	
dont PUPPI	?	?	1,5 %	
dont Privados	?	?	1%	
dont Associations	0	0	3,5 %	1
Nombre d'associations	0	0	19	
Surface moyenne par planteur (ha)	0,68	0,61	0,63	
Surface par planteur en association (ha)	-	-	?	
Rendement moyen coton-graine (kg/ha)	587	609	520	35
proportion coton 2ème choix	?	?	6,7%	
Rendement moyen en association (kg/ha)	-	-	916	900
Encadrement (Sector Familiar)				
nombre de chefs de secteurs (areas)	7	7	10	
nombre de chefs de zones	22	22	28	
nombre d'encadreurs	85	90	122	
nombre de chefs de production		quasiment un par village		
Nombre d'assistants /associations (Service Formation)		0	0	
La sole cotonnière				
cultures en blocs (estimation Sector Fam.)		en expansion		+/-
surface moyenne d'un bloc (estimation SF)				20
précédent brousse				17
précédent coton	en régression (> 50% dans les années 90)			10-11
semis à sec		en expansion		17%
Intensification Intrants Coton (Sector Familiar)				
dose semences (kg/ha)	> 40	> 40	> 40	> 40
semences traitées (ha)	0	0	0	0
surfaces non traitées (insecticides) / surfaces totales		en régression		< 5 %
technique TBV, en % des surfaces traitées	0	22	100	100
nombre moyen de traitements insecticides	2,4	2,7	3,5	3,8
Surfaces herbicides / surfaces totales	0	0	démonstrations	5%
avec un herbicide pré-levée (ha)	0	0	démonstrations	1 450
avec un herbicide total (ha)	0	0	démonstrations	327
avec un herbicide de post-levée (ha)	0	0	démonstrations	346
Surfaces fertilisées (100 à 50 kg/ha)	0	0	démonstrations	< 2%
Amendements calcaires	pour mémoire (secteur production directe)			
Parc de pulvérisateurs (Sector Familiar)				
pompe à dos CP3 avec lance		pour mémoire (secteur production directe)		
Birky		pour mémoire (Pupis)		
ULV (micro-ulva)	nb ?	nb ?	0	0
TBV (Ulva+ et Berthoud)	0	0	nb ?	3 000
dont TBV équipé herbicides	0	0	nb ?	1 000
surface / pulvérisateur (ha)	nb ?	nb ?	nb ?	14
Prix d'achat du coton-graine et de cession des intrants (en Mts)				
				Contre coton
coton-graine 1er choix, le kg	3 900	3 300	2 950	2 000 prix plancher
coton-graine 2ème choix, le kg	3 000	3 100	2 600	?
retourne aux associations	-	-	10 %	?
semences, le kg	0	0	0	0
le traitement insecticide (prix pondéré)	198 825		50 000	60 000
Gramoxone 200, le traitement à 1l/ha	-	-	59 650	62 280
Igran-combi 400, le traitement à 3l/ha			420 000	340 000
Fusilade 250, le traitement à 1l/ha				204 600
NPK 12-24-12, l'application à 100 kg/ha		480 000	218 000	288 000
Urée N 46%, une application 50 kg/ha		252 000	109 000	144 000
glyphosate 360, le litre				54 600
Pnmagram (atrazine + métolachlor 500), le litre				100 000
Dual (métolachlor 720), le litre				140 160
Cotoran (fluométuron 500), le litre				99 600
Triflural (trifluraline 480), le litre				65 880
pulvérisateur TBV, l'unité	équipement herbicide non compris		850 000	421

Annexe 2. Les problèmes de fertilité des sols

La mise en culture, première cause de la dégradation de la fertilité

Extrait de : Guyotte K., Martin J., Ekorong J., 1997. Soil fertility and cotton response on fertilization. In : Seiny Boukar L. (ed.), Poulain J.F. (ed.), Faure G. (ed.); CIRAD-CA. *Agricultures of North-Cameroon savannas. Toward a jointly development of Central Africa savannas*. Proceedings of the exchange workshop. 1996/11/25-29; Garoua (CMR). Colloques - CIRAD (FRA).- Montpellier (FRA) : CIRAD, 1997. - p. 409-428

Au défrichement, la couverture végétale totale et quasi-permanente de la savane naturelle, arbres et graminées vivaces à fort enracinement, est détruite. Elle est remplacée par une succession de cultures annuelles de cycles plus courts, et la couverture végétale devient quasi nulle (labours) ou reste très partielle (sarclages et buttage) pendant de longues périodes. La surface du sol se trouve ainsi beaucoup plus exposée à l'agressivité du climat : fortes températures et pluies violentes. L'élévation de la température et l'aération de l'horizon superficiel perturbé par le travail du sol favorisent la minéralisation de la matière organique. La formidable énergie cinétique des averses tropicales tend à détruire le modelé de surface, augmentant considérablement le ruissellement et l'érosion. Par ailleurs, l'enracinement des cultures annuelles est nettement inférieur, verticalement et horizontalement, à celui constamment renouvelé des savanes ; la lixiviation de l'azote et des bases est donc accrue, les remontées de minéraux sont réduites. Enfin, la répétition du travail du sol et la réduction de la biomasse racinaire - dans l'espace et dans le temps - réduisent l'activité de la faune et de la microflore du sol sur l'ensemble du profil.

Au système stable de la savane naturelle succède donc un système caractérisé par moins de biomasse et plus d'érosion, moins d'infiltration mais plus de lixiviation, moins de matière organique et de porosité dans le profil, moins de bases et plus d'acidité. Cette évolution négative est d'autant plus rapide que les bilans organo-minéraux des systèmes de culture sont déficitaires.

Des indicateurs de dégradation de la fertilité

FELLER (1995, Agriculture et Développement, 8:35-40) propose, pour les sols tropicaux de type ferrugineux ou ferralitique, une relation carbone-texture, pour évaluer les risques de dégradation des sols et de non durabilité de la production végétale :

$$C_{(0-10\text{cm})} \%^\circ = 32 (A+LF)\% + 0,9$$

ou

$$C_{(0-10\text{cm})} \%^\circ = 37 (A+LF)\%, \text{ si } A+LF < 5-40 \%$$

PIERI (1989, La fertilité des terres de savanes. Cirad-Irat - Coopération Française, 444 pages) proposait également d'évaluer la stabilité structurale des sols à partir du ratio matière organique sur éléments fins, sur une couche de sol plus importante, 20 ou 40 cm :

$$St = MO (\%) / (A+LF)\%,$$

Les relations proposées sont de même nature, et les valeurs seuils auxquelles aboutissent les deux auteurs sont voisines. En effet, après conversion pour tenir compte des unités et de la relation $MO = 1,724 C$, le coefficient de la deuxième droite de FELLER devient égal à 6.4. PIERI plaçait à 7 le seuil entre les situations à haut et bas risque de dégradation de la structure, les valeurs inférieures à 5 correspondant à des situations de dégradation et celles supérieures à 9 à des situations d'absence de risque.



LA GOUTTE D'ENCRE

**53 place Thermidor
Le Parvis des Facultés
34000 MONTPELLIER
FRANCE
Tél : 04-67-65-30-96**